

Die Grenzen der "Irgendwie-Kommunikation" - Vernetzte CAD-Systeme und Kooperation in Klein- und Mittelunternehmen

Frech, Ulrich; Müller, Wilfried

Veröffentlichungsversion / Published Version
Arbeitspapier / working paper

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Frech, U., & Müller, W. (1996). *Die Grenzen der "Irgendwie-Kommunikation" - Vernetzte CAD-Systeme und Kooperation in Klein- und Mittelunternehmen*. (artec-paper, 47). Bremen: Universität Bremen, Forschungszentrum Nachhaltigkeit (artec). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-58691-3>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Ulrich Frech, Wilfried Müller

**Die Grenzen der „Irgendwie-Kommunikation“ -
Vernetzte CAD-Systeme und Kooperation
in Klein- und Mittelunternehmen**

**artec-paper Nr. 47
August 1996**

ISSN 1613-4907



artec | Forschungszentrum Nachhaltigkeit
Enrique-Schmidt-Str. 7
Postfach 330 440
28334 Bremen

Die Grenzen der „Irgendwie“-Kommunikation - Vernetzte CAD-Systeme und Kooperation in Klein- und Mittelunternehmen

1 „TEAMARBEIT“ HAT KONJUNKTUR	1
2 BETRIEBLICHE RAHMENBEDINGUNGEN	4
2.1 Auswahl der Betriebe	4
2.1.1 Betriebsdaten	6
2.2 Strukturdaten des CAD-Einsatzes	10
3 TEAMARBEIT IN DER KONSTRUKTION	11
3.1 Theoretische Vorüberlegungen	11
3.2 Innerbetriebliche Organisation: Abläufe und Hierarchien	15
3.3 Teamarbeit im CAD-Einsatz	20
3.4 Teamarbeit an vernetzten CAD-Systemen	40
3.5 Gesamtbetrieblicher Organisationswandel: Information zum „Fließen“ bringen	46
4 DAS KOMMUNIKATIONSPROBLEM: DIE GRENZEN DER „IRGENDWIE“- KOMMUNIKATION	52
4.1 Interne Kommunikation – kompliziert genug	54
4.2 Abteilungsübergreifende Kooperation – Intensivierung der Kommunikation	59
5 INFORMATIONSTECHNISCHE UNTERSTÜTZUNG FÜR TEAMARBEIT: GESTALTUNGSBEISPIELE	63
5.1 Simultaneous Engineering: Lösung oder Zuspitzung?	64
5.2 Computer Supported Concurrent Design	69
5.3 Kommunikationsgerechte mediale Infrastruktur	71
5.4 Anforderungen an eine kommunikationsgerechte Gestaltung eines Ingenieursinformationssystems	73
Quintessenz	75
LITERATUR	76

1 „TEAMARBEIT“ HAT KONJUNKTUR

In den letzten Jahren sind in der managementorientierten Diskussion, aber auch der sozial- und arbeitswissenschaftlichen Debatte die Themen „Teamarbeit“ und „Gruppenarbeit“ en vogue geworden. Hintergrund dieses Tatbestandes ist die These, daß zum Erhalt der Konkurrenzfähigkeit der deutschen Industrie die betrieblichen Durchlaufzeiten von der Entwicklung bis zur Auslieferung eines Produktes drastisch verkürzt und daß zur Realisierung dieses Ziels die verschiedenen Etappen des Produktentstehungs-, Produktionsplanungs- und Herstellungsprozesses parallelisiert werden müssen. Für diese Parallelisierung der einzelnen Arbeitsphasen, die schließlich zu simultan ablaufenden Arbeitsprozessen führen soll, hat sich inzwischen der Begriff „Simultaneous Engineering“ durchgesetzt (Krottmaier 1995). Organisatorische Voraussetzungen hierfür sind die Abflachung der Hierarchien in den Abteilungen, die Stärkung der Eigenverantwortlichkeit der Mitarbeiter/-innen, eine Ausweitung der Handlungsfreiheiten aller Fachabteilungen sowie eine Intensivierung der abteilungsinternen und -übergreifenden betrieblichen Kommunikation. In diesem Zusammenhang kommt dem Aufbau von teamartigen Kooperationsstrukturen eine zentrale Bedeutung zu.

Teamarbeit ist in den letzten Jahren auch in der gewerkschaftlichen Diskussion wieder zu einem wichtigen Thema geworden. Versprechen sich Management und deren wissenschaftliche Berater hiervon eine Vergrößerung der Leistungsbereitschaft des Personals, so erwarten die Gewerkschaften von der Gruppenarbeit eine Kompetenzstärkung der Mitarbeiter/-innen, letztlich sogar eine Förderung arbeitsplatznaher Mitbestimmungskonzepte. Für die Bewertung der Reorganisationsversuche in Richtung Team- und Gruppenarbeit dürfte die Beantwortung der Frage entscheidend sein, ob die Beschäftigten tatsächlich mehr zu entscheiden oder nur mehr zu arbeiten haben.

Diese Diskussion bezieht sich auch auf industrielle Konstruktionsabteilungen. Hier gelten allerdings teamartige Kooperationsformen schon lange als wichtige organisatorische Voraussetzung für spontane und flexible Reaktionsweisen des technischen Personals auf neue Anforderungen des Marktes; zumal teamartige Arbeitszusammenhänge auch die Arbeitszufriedenheit und -motivation des technischen Personals fördern und dadurch auch indirekt deren Leistungsbereitschaft vergrößern. Die bisherigen Kooperationsformen in industriellen Konstruktionszeiten aber reichen zur Reduktion der Bearbeitungszeiten nicht mehr aus. Denn als Folge des weltweiten Qualitäts-, Kosten- und Zeitwettkampfes sind sowohl die inhaltlichen als auch die zeitlichen Anforderungen an die Konstruktion deutlich gestiegen. Die Realisierung von Simultaneous Engineering scheint für viele Industrieunternehmen zu einer Frage des Überlebens geworden. Und diese Anforderung ist nur zu erfüllen, wenn bisher nacheinander angegangene Aufgaben in der Konstruktion (z.B. Entwurf und Ausarbeitung) parallel bearbeitet werden und – als komplementäre Ergänzung hierzu – die Kommunikation innerhalb und zwischen den Gruppen, aber auch innerhalb und zwischen den Abteilungen intensiviert und verbessert wird. „Nichts spart mehr

Zeit und vermeidet Änderungen als eine schnelle, aber gründlich abgesprochene Entwicklung: Aus dieser Sicht ist Simultaneous Engineering in erster Linie ein Kommunikationsproblem“ (Huber, Hemmi 1991, S. 36).

Parallel zu dieser Debatte über die Voraussetzungen zur Verbesserung der Kooperationsformen in der Konstruktion und angrenzenden Abteilungen zeichnet sich seit den achtziger Jahren die Implementation vernetzter EDV-Systeme ab. Vor diesem Hintergrund haben einige Softwareentwicklungsgruppen sich systematisch mit der Frage befaßt, durch welche CAD-Funktionalität und durch welche Vernetzungskonzepte die bestehenden Kooperationsformen innerhalb der industriellen Konstruktion und vor allem zwischen der Konstruktion und den angrenzenden Abteilungen verbessert werden könnten. In diesem Rahmen sind in den neunziger Jahren Softwaremodule (auf der Basis von 3D-Software) für vernetzte CAD-Systeme entwickelt und partiell auch eingesetzt worden, mit denen ausdrücklich Kommunikation und Kooperation in der Konstruktion gefördert werden sollen (Schmid 1993).

Im Gegensatz zur CSCW-Diskussion (computer supported cooperative work), in der ein gewisses argumentatives Gleichgewicht zwischen einer stärker managementorientierten und einer stärker arbeitnehmerorientierten Perspektive herrschte, hat bisher in der CAD-orientierten Kooperationsdebatte unter Softwareentwicklern das Interesse an einer Verkürzung der Durchlaufzeiten dominiert. Das Ziel aller Überlegungen, „CAD als Teamwork-Werkzeug“ zu nutzen, bestand und besteht weiterhin darin, durch Förderung der parallelen Arbeitsweise und Erleichterung der Synthese der arbeitsteilig erstellten Resultate zur Reduktion der Durchlaufzeiten in der Konstruktion beizutragen. Aus der Perspektive betroffener Konstrukteure und technischer Zeichner/-innen wurde, zumindest in der ersten Phase der Implementation von informationstechnischen Netzen im Konstruktionsbüro, der Einsatz vernetzter CAD-Systeme eher negativ bewertet. Es wurde befürchtet, daß durch die Arbeit an vernetzten CAD-Systemen die persönliche Kommunikation zwischen den Sachbearbeitern leiden könnte, weil diesen wesentlich mehr Informationen als früher über das Netz aus Methoden und Datenbanken zur Verfügung gestellt werden würden (Technologieberatungstelle des DGB, Oberhausen 1985, S. 35). Hier wurde also vermutet, daß die persönliche Kommunikation zwischen den Konstrukteuren durch eine informationstechnisch vermittelte Kommunikation substituiert werden könnte.

Im Verhältnis zu den weitreichenden Vermutungen über die Wirkungen vernetzter CAD-Systeme sind die Erkenntnisse der empirischen Sozialforschung zum Verhältnis von informationstechnischer Vernetzung und Kooperation in der industriellen Konstruktion relativ gering. Aufgrund des unzureichenden Wissens über die kooperationsrelevanten Wirkungen der Vernetzung von CAD-Systemen haben wir in einem empirischen Forschungsprojekt Konstruktionsleiter, Systembetreuer und Konstrukteure aus kleinen und mittleren Betrieben des Anlagen- und Maschinenbaus über themenzentrierte Interviews hierzu befragt. Im zweiten Kapitel wird noch genauer Rechenschaft über den betrieblichen Hintergrund der Befragten abgegeben. So viel sei

hier vorweg mitgeteilt: Insgesamt haben wir 31 Personen aus 11 gezielt ausgewählten Betrieben interviewt, die Hälfte davon Abteilungsleiter, die andere Hälfte Systembetreuer und Konstrukteure bzw. Personen, die beide Aufgabenbereiche zu betreuen hatten. Vorher haben wir zehn Gespräche mit „CAD-Experten“ aus der Unternehmensberatung, der CAD-Entwicklung und der gewerkschaftlichen Technologieberatung durchgeführt.

Das Ziel unserer Studie besteht darin, diejenigen organisatorischen und informationstechnischen Konzepte in kleineren und mittleren Unternehmen zu identifizieren, die die „teamartige Kooperation“ in der industriellen Kooperation fördern. Dabei haben wir uns bewußt auf die Entwurfsphase in der Konstruktion konzentriert, da hier die persönliche Kommunikation offensichtlich ein funktionales Erfordernis ist. Mit dieser Studie wollen wir einen Beitrag zu einer arbeitsorientierten Bewertung der Entwicklung und Einführung vernetzter CAD-Systeme leisten: Es werden nicht nur die Konsequenzen unterschiedlicher informationstechnisch-organisatorischer Lösungen für die kooperativen Arbeitsbeziehungen innerhalb der Konstruktion und zwischen dieser Abteilung und der Arbeitsvorbereitung bzw. der Fertigung beschrieben, sondern darauf aufbauend informationstechnische und organisatorische Konzepte vorgeschlagen, die der teamartigen Kooperation förderlich sein könnten.

In unserer Studie arbeiten wir mit den Kategorien „Teamarbeit“ (Bahrtdt 1971, S. 157 ff.) und „teamartige Kooperation“ (Popitz, Bahrtdt, Jüres und Kesting 1957, S. 65 ff.). Diese Begriffe werden zwar im dritten Kapitel noch ausführlicher erläutert werden, an dieser Stelle sei jedoch bereits angedeutet, was wir im folgenden darunter verstehen wollen: Unter Teamarbeit verstehen wir die Arbeit einer überschaubaren Gruppe von Personen, die alltäglich dauerhaft miteinander kooperieren und dabei wechselseitig im Hinblick auf die Erfüllung eines Ziels voneinander abhängig sind. Mehrere Mitarbeiter/-innen mit durchaus unterschiedlichen Kompetenzbereichen erfüllen gemeinsam eine bestimmte Aufgabe und sind dabei weitgehend im Hinblick auf die Ausführung im Rahmen der Vorgaben unabhängig von vorgesetzten Personen und Instanzen.

Teamartige Kooperation verwenden wir als Begriff dann, wenn wir das Augenmerk auf die Formen der Kooperation legen wollen. Teamartige Kooperation meint in Übernahme der Kategorie von Popitz u.a. (1957) eine Kooperationsform, die sich durch ein hohes Maß an freier Selbstbestimmung der Arbeitenden hinsichtlich Umfang, Ort, Zeitpunkt und Inhalt der Kommunikation, also an spontanen Kommunikationsmöglichkeiten auszeichnet. Im Gegensatz hierzu steht die stärker hierarchisch kontrollierte Einzelarbeit und ohne Chance zur sprachlichen Verständigung mit Kollegen über Arbeitsschritte und Arbeitsergebnisse. Diese Form nennen Popitz u.a. „organisatorische Koordination“ (S. 69 ff.). Es würde als dritte Kategorie die ebenfalls von Popitz u.a. (1957) kreierte Kategorie „gefügeartige Kooperation“, die sich vor allem durch die technische Vermittlung des Arbeits- und Kooperationszusammenhangs auszeichnet, anbieten. Die Nutzung dieser Kategorie für den Zusammenhang von EDV-Vernetzung und technischer Arbeit ist jedoch nicht unproblematisch, wie an späterer Stelle ausgeführt werden soll.

In zweiten Kapitel werden die Rahmenbedingungen der untersuchten Betriebe und die Kriterien zur Auswahl der Betriebe dargestellt und begründet. In einer Übersicht werden die wichtigsten Betriebsdaten sowie erste Strukturdaten des CAD-Einsatzes in diesen Betrieben zusammengestellt. Im dritten Kapitel wollen wir, ausgehend von einer Darstellung der Literatur und einer Erläuterung unserer zentralen Kategorien „Teamarbeit“ und „teamartige Kooperation“, uns den empirischen Ergebnissen unserer Studie zuwenden. Es werden die Kooperationsformen in der Konstruktion bzw. im Umfeld der Konstruktion beschrieben und analysiert. Daran anschließend folgt eine genaue Darstellung der Bedingungen teamartiger Kooperation beim CAD-Einsatz, insbesondere an vernetzten CAD-Systemen. Der gesamtbetriebliche Informationsfluß und partiell auch der damit verbundene Wandel der gesamtbetrieblichen Organisationen werden, soweit diese Themen für unsere Fragestellung relevant sind, ebenfalls im Rahmen dieses Kapitels erläutert.

Im vierten Kapitel schließlich wollen wir die These begründen, daß angesichts steigender Produkt- und Prozeßkomplexität sich die konventionellen Kooperationsformen in der Konstruktion tendenziell als unzureichend erweisen. Die informelle innerbetriebliche Kommunikation muß zwar ein wesentlicher Träger der Kooperationsbeziehungen bleiben, jedoch an bestimmten Fragestellungen informationstechnisch unterstützt werden. Im fünften Kapitel wollen wir auf der Grundlage des ausgebreiteten empirischen Materials Gestaltungsempfehlungen für kooperationsförderliche Software-Systeme im Bereich der Konstruktion formulieren.

2 BETRIEBLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

2.1 Auswahl der Betriebe

In unserer empirischen Untersuchung haben wir in elf Klein- und Mittel- (KuM-)Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus im nordwestdeutschen Raum die Voraussetzungen kooperativer Arbeit in der Konstruktionsabteilung erforscht. Die Interviews wurden von Herbst 1993 bis Herbst 1994 durchgeführt. Hinweise auf CAD-spezifische betriebliche Charakteristika der Betriebe wurden aus Stellenannoncen größerer norddeutscher Tageszeitungen gewonnen (1991/92/93) und um Angaben aus dem Hoppenstedt (1990) zum Produktspektrum und zur Mitarbeiterzahl ergänzt. 90% der angeschriebenen Unternehmen sagten dem Wunsch um Durchführung von Interviews zu. Die ausgesuchten Betriebe sollten mindestens fünf Jahre mit CAD-Systemen arbeiten. Unsere Vermutung bestand darin, daß unter diesen Umständen die CAD-Arbeitsplätze in der Entwurfsphase genutzt, bereits „vernetzt“ sein und relativ viele Mitarbeiter/-innen an „eigenen“ vernetzten CAD-Arbeitsstationen arbeiten würden. D.h. die Betriebsauswahl erfolgte unter dem Gesichtspunkt, daß die Vernetzung der CAD-Systeme bereits die Kooperationsformen tangieren könnte.

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Betriebe verfolgten wir das Ziel, ein möglichst breites Spektrum unterschiedlicher betrieblicher Ausgangslagen zu erfassen. Die Auswahl erfolgte nach

den beiden Kriterien „Betriebsgröße“ und „Konstruktionsmodus“, weil diese – so unsere Vermutung – den potentiellen Kooperationsbedarf in den Konstruktionsabteilungen bestimmen. Im Großen und Ganzen wurde diese Vermutung bestätigt. Allerdings erwies sich die Zuordnung von Betrieben und Kooperationsformen nach dem zweiten Kriterium in einigen Fällen als problematisch, worauf wir ausführlich zurückkommen werden.

Das Kriterium „Betriebsgröße“ erwies sich insofern als geeignet, als die Größe der Konstruktionsabteilung im Regelfall unmittelbar damit zusammenhängt und die Voraussetzungen für teamartige Strukturen in Abhängigkeit von der Abteilungsgröße unterschiedlich sind. Das *tatsächliche* Maß an Kooperation hängt freilich noch von ganz anderen Faktoren ab, z.B. der betrieblichen Kultur. Die ausgewählten Betriebe lassen sich in drei Größenkategorien gruppieren: Betriebe mit bis zu 100 Mitarbeitern (5 Betriebe), >100 bis 300 Mitarbeiter (3 Betriebe) sowie >300 bis 900 Mitarbeiter (2 Betriebe). Einen weiteren Betrieb mit 1200 Beschäftigten nahmen wir ausdrücklich als (größenmäßigen) „Ausreißer“ mit in die Untersuchung auf, da wir uns aus dem Vergleich zwischen diesem stark strukturierten „Groß“-betrieb und den im Durchschnitt eher wenig strukturierten kleineren Firmen interessante Erkenntnisse versprochen.

Das zweite Kriterium „Konstruktionsmodus“, ergänzt um den Fertigungstyp, bietet im Hinblick auf die Kooperationsfrage in zweierlei Hinsicht Anlaß für begründete Vermutungen: Zum einen ist davon auszugehen, daß Konstrukteure in der Serienfertigung zum größten Teil mit kleineren Änderungen (Verbesserungen, geringfügige Marktanpassungen) und nur selten mit Neukonstruktionen befaßt sind. Zum anderen wird die Komplexität des *Konstruktionsprozesses* in der Unikatfertigung (z.B. im Sondermaschinenbau) wesentlich höher als bei Änderungskonstruktionen in der Serienfertigung sein. Beide Aspekte führten zu der Vermutung, daß in der Änderungskonstruktion für die Serienfertigung deutlich weniger Anlaß für Kooperation im Team als bei Neukonstruktion in der Unikatfertigung gegeben ist (vgl. auch Oehlmann u.a. 1993). Schließlich haben wir bewußt Neukonstruktionen in selbständigen Ingenieur- bzw. Konstruktionsbüros aufgenommen, weil die Anzahl dieser „Dienstleistungsunternehmen“ in den letzten Jahren deutlich angestiegen ist und dieser Sektor in naher Zukunft im Rahmen der auf industriell hergestellte Produkte bezogenen Konstruktion noch relevanter werden wird.

Der Konstruktionsmodus als Differenzierungskriterium erwies sich auch im nachhinein für unsere Zwecke im Vergleich zur Marktstrategie (Kunden-, Programm-, Anpaßfertiger, Zulieferbetriebe) als sinnvoller (siehe hierzu Wolf, Mickler, Manske 1992, S. 121 ff.), weil in vielen Betrieben des Samples in den einzelnen organisatorischen Teilbereichen der Unternehmen, sowohl innerhalb der Konstruktion als auch in der Fertigung, unterschiedliche Modi existieren. Das gilt insbesondere für Anlagenbauer, die zwar Unikate für den jeweiligen Einzelauftrag produzieren, dabei aber auf z.T. hochstandardisierte Baukastensysteme zurückgreifen und bestimmte Komponenten der Anlagen (z.B. Pumpen, Beförderungsmittel) in Serie oder zumindest in Kleinserie herstellen. So ist beim Blick auf Konstruktionsabteilungen das Kriterium Marktstrategie zu

grobmaschig, der Konstruktionsmodus läßt sich dagegen „kleinräumig“ differenzieren¹. Im Einzelnen ergibt sich folgende Differenzierung:

Neukonstruktion bei Dienstleistungsbetrieben: Jeder Kundenauftrag zieht eine vollständige Neukonstruktion nach sich. Dabei kann im einzelnen zwar auf vorhandene Lösungen zurückgegriffen werden; diese betreffen aber nur Teilbereiche und müssen darüber hinaus weitgehend modifiziert werden (Drei Betriebe im Sample).

Änderungskonstruktion bei Kleinserienfertigung: Im Rahmen einer firmeneigenen Produktpalette fallen in der Regel nur geringfügige Konstruktionsänderungen zur Produktpflege und Marktanpassung an. Neukonstruktionen sind dagegen nur in größeren Zeitabständen fällig und werden in einigen Fällen dann auch noch in einer spezifischen Abteilung durchgeführt (Drei Betriebe im Sample).

Neukonstruktion bei Unikatfertigung: Zwar wird für jeden Auftrag neu konstruiert, aber es finden in größerem Umfang Standardteile oder leicht variierte Komponenten Eingang in das Gesamtwerk. Im Sondermaschinenbau werden tatsächlich Unikate produziert, im Anlagenkomponentenbau häufiger Kleinserien (z.B. mehrere identische Komponenten für eine, aber auch nur die eine Anlage) (Fünf Betriebe im Sample).

Bevor im nächsten Kapitel die betriebspezifischen Bedingungen der Kooperation im Konstruktionsbüro erörtert werden, wird hier zunächst jeder einzelne Betrieb kurz vorgestellt.

2.1.1 Betriebsdaten

Dienstleistungsbetriebe mit Neukonstruktion

N1 (Größenkategorie ≤ 100 Beschäftigte):

Der Betrieb ist ein Planungsbüro und im Anlagenbau bzw. der Haus- und Gebäudetechnik tätig. Im Grunde handelt es sich um die Konstruktionsabteilung einer Anlagenbaufirma mit insgesamt ca. 80 Mitarbeitern, die die einzelnen Bereiche jedoch in insgesamt fünf selbständige Firmen umgewandelt hat. Das Planungsbüro selbst hatte zum Untersuchungszeitpunkt nur noch acht Mitarbeiter (ein Jahr zuvor noch 14). Es werden Aufträge für die Schwesterfirmen, in zunehmendem Umfang jedoch auch für externe Auftraggeber ausgeführt. Jeder Auftrag führt zu einem Neuentwurf, da sowohl die äußeren Bedingungen (Gebäudegrundriß) als auch der Auftragsumfang zu unterschiedlich sind. Standardisierungen gibt es nur in Ausnahmefällen, z.B. wenn eine Hotelkette, die Stammkundin ist, in allen Häusern identische Badezimmer haben will.

N2 (Größenkategorie ≤ 100 Beschäftigte)

¹ Anders wäre das u.U. zu beurteilen bei Betrieben, deren einzelne Produktbereiche als *profit centre* organisiert sind, die dann innerhalb des eigenen Betriebes gewisse "Marktstrategien" entwickeln müssen. Diese Betrachtungsweise ist aber für die KuM-Betriebe unseres Samples zumindest zum gegenwärtigen Zeitpunkt irrelevant.

Das Konstruktionsbüro ist als Dienstleister vor allem für die Werften tätig. Die wirtschaftliche Lage scheint prekär zu sein, hoher Konkurrenzdruck und sehr unterschiedliche Anforderungen von verschiedenen Auftraggebern führen fast zur Agonie. Von 25 Mitarbeitern (bis vor kurzem noch 40!) sind fast zwei Drittel anderen Firmen „überlassen“, das Büro selbst ist mit gerade noch zehn Mann (einschließlich Geschäftsleitung) besetzt. Über den Umfang der einzelnen Aufträge wurden keine detaillierten Angaben gemacht, vermutlich handelt es sich um *Teilkonstruktionen* für den Schiffsneubau. Der Großteil der Aufträge besteht aus Neukonstruktionen, wenn auch die firmenspezifischen Teilebibliotheken der Auftraggeber genutzt werden müssen.

N3 (Größenkategorie ≤ 100 Beschäftigte)

Auch der dritte Betrieb dieser Kategorie ist ein Ingenieurbüro. Als Teil eines kleinen „Konzerns“ ist er mit 56 (von insgesamt 200) Mitarbeitern die größte Niederlassung. Allerdings sind auch hier etwa 20 von 35 Konstruktionsmitarbeitern in „Arbeitnehmerüberlassung“ in anderen Firmen tätig. Die Firma ist in sehr unterschiedlichen Bereichen tätig. Wichtigstes Standbein ist offenbar der Vorrichtungsbau für zwei Großbetriebe im Automobil- bzw. Flugzeugbau. Weitere Tätigkeitsfelder sind Schiffbau (der Ursprung der Firma), Sondermaschinenbau und Anlagenbau.

Betriebe mit Änderungskonstruktion bei Kleinserienfertigung

S1 (Größenkategorie $>100 - 300$ Beschäftigte)

Dieser Maschinenbauer konstruiert und fertigt Geräte zur Verarbeitung von Befestigungsmitteln (Polsterklammern für Möbelindustrie) und hatte zum Zeitpunkt der Untersuchung noch 112 Mitarbeiter. Bis Ende 1994 war als Ziel 86 Mitarbeiter vorgegeben. Die wirtschaftliche Situation wurde als krisenbetroffen, in der Tendenz aber positiv bezeichnet. In einem bestimmten Marktsegment ist die Firma in Deutschland Marktführer (Anteil ca. 50%). Ein fester Stamm von Serienprodukten wird höchstens alle acht Jahre (max. 25 Jahre!) ersetzt. Laufende kleinere Änderungen werden als Service am Kunden verstanden.

S2 (Größenkategorie $>300 - 900$ Beschäftigte)

Die Firma S2 konstruiert und produziert Anlagen für die Nahrungsmittel- und die Pharmazeutische Industrie. Am Standort sind 550 Mitarbeiter/-innen beschäftigt, weltweit ca. 1200. Zur untersuchten Abteilung – F&E im Bereich Pumpen – gehören 21 Mitarbeiter/-innen. Die Anlagen werden zwar als Unikate konstruiert, nur in wenigen Fällen auch als Standardeinrichtungen nach dem Baukastensystem, die Pumpen aber – „Kolbendosierpumpen“ – als wichtige Komponenten der Anlagen werden als Serienprodukte entwickelt und produziert. Dabei sind laufende Anpassungen an kunden- bzw. anlagenspezifische Anforderungen erforderlich. Trotz harten Konkurrenzdrucks kann sich die Firma mit hoher Qualität und relativ hohen Preisen im oberen Marktsegment gut behaupten, wozu auch die Umweltgesetzgebung beiträgt.

S3 (Größenkategorie $>300 - 900$ Beschäftigte)

Wie Betrieb S2 baut auch S3 Anlagen als Unikate (für die Nahrungsmittelindustrie, insbesondere Getränke- und Brauerei-, früher auch Molkerei-Anlagen), aber die Komponenten, hier Ventile und Pumpen, werden als Serienprodukte entwickelt und hergestellt. Der Anteil an Änderungs- und Neukonstruktion liegt im für Serienproduktion üblichen Bereich. Die Abteilung Komponentenkonstruktion, die in der Untersuchung betrachtet wurde, hat 20 Mitarbeiter, die Firma als Unternehmenszentrale noch 950 (Ziel 800!) und weltweit 1400 Mitarbeiter/-innen. Bei starkem Preisdruck, vor allem durch deutsche Konkurrenz, hat sich die Firma recht gut behauptet.

Betriebe mit Neukonstruktion bei Unikatfertigung

U1 (Größenkategorie ≤ 100 Beschäftigte)

Der Sondermaschinenbauer U1 beliefert größere Unternehmen verschiedenster Branchen mit einer sehr variantenreichen Produktpalette (Kaschier-, Prüf-, Umroll-, Oberflächentechnik) mit einem hohen Anteil (40-50%) an absoluten Unikaten und daneben einer Losgröße von max. fünf. In Teilbereichen (z.B. Beschichtungsanlagen) wird eine Modularisierung der Produktpalette angestrebt, der aber wegen der Besonderheiten der Kundenwünsche enge Grenzen gesetzt sind. Der Markt ist „preislich versaut“, die Firma muß mit besonderem Service die Kunden an sich binden. Die Anzahl der Mitarbeiter/-innen im Betrieb liegt bei 80, in der Konstruktionsabteilung sind acht beschäftigt.

U2 (Größenkategorie ≤ 100 Beschäftigte)

Der Betrieb U2 entwickelt Sondermaschinen und Industrieroboter, wobei erstere als absolute Unikate, letztere auf der Basis standardisierter Baukästen in Anpaßfertigung gefertigt werden. Die Auftraggeber gehören verschiedenen Branchen, wie Automobilbau, Kunststoffindustrie oder Ziegeleien, an. Der Situation dieser Branchen entsprechend ist die wirtschaftliche Lage des Betriebs als stagnierend bis stabil zu bezeichnen. Die Mitarbeiterzahl beträgt knapp 100. Die Konstruktion ist unterteilt in Mechanik- und Elektrokonstruktion, wobei in der Mechanikkonstruktion sechs Mitarbeiter beschäftigt sind.

U3 (Größenkategorie $> 100 - 300$ Beschäftigte)

U3 befaßt sich mit Konstruktionsdienstleistungen im allgemeinen Maschinenbau sowie eigener Fertigung im Schaltschrankbau. Die wirtschaftliche Lage scheint dramatisch zu sein: Von den bundesweit 450 Mitarbeitern ist der größte Teil an Fremdfirmen „überlassen“; der Schaltschrankbau wird von 80 Schlossern bewältigt, und von 20 Konstruktionsmitarbeiter/-innen sind gerade noch sechs vor Ort tätig. Es werden Produkte konstruiert, die als Einzelstücke und Kleinserien (Losgröße max. fünf) gefertigt werden.

U4 (Größenkategorie $> 100 - 300$ Beschäftigte)

Der Hersteller von Förderanlagen beliefert u.a. die Post, Automobil- und Textilindustrie mit Anlagen für „hängendes Gut“. Nach einer grundlegenden Umstrukturierung der betrieblichen Organisationsstrukturen vor wenigen Jahren und einer damit einhergehenden radikalen Schrumpfung

der Mitarbeiterzahl um mehr als die Hälfte auf jetzt 140 ist die wirtschaftliche Lage des Betriebs stabil. Die Anlagen selbst, hängende Schienensysteme, werden als Einzelaufträge konstruiert, allerdings weitgehend aus einem hochgradig durchstrukturierten Baukasten „zusammengesteckt“. Die sog. Lastaufnahmemittel, die der Beförderung der Güter dienen, werden in einer eigenen Abteilung in Kleinserien entwickelt und produziert. Die Abteilung Anlagenbau, die Gegenstand der Untersuchung war, hat sechs Mitarbeiter; dazu kommen Elektro- und Sonderkonstruktion (insgesamt etwa 13).

U5 (Größenkategorie >900 Beschäftigte)

Die im Anlagenbau (Zementproduktion) tätige Firma U5 ist selbständige Tochter eines Großkonzerns mit 1100 Mitarbeiter/-innen. In der Konstruktionsabteilung Wärmetechnik, die wir betrachteten, sind 30 Mitarbeiter/-innen beschäftigt. Die Anlagen selbst sind nach Kundenwunsch und Umgebungsbedingungen entwickelte Unikate, bei den Einzelteilen („Basismaschinen“ wie Drehöfen) kommen Kleinserien bis zur Losgröße 30 vor. Der Markt wird als Oligopolmarkt bezeichnet mit weltweit nur zwei bis drei „echten“ Konkurrenten und hartem Wettbewerb. Deshalb geht die Tendenz dahin, sich zu einem „international tätigen Ingenieurbüro“ zu entwickeln, Detailkonstruktion und Fertigung aber an den Standorten in den Lieferländern oder in Billiglohnländern durchführen zu lassen.

Durch die theoretische Konstruktion der Auswahl haben wir versucht, ein möglichst breites Spektrum unterschiedlicher betrieblicher Ausgangslagen in unserer Studie zu berücksichtigen. Die Ergebnisse sind also weitgehend dagegen gefeilt, spezielle betriebliche Erfahrungen zu verallgemeinern. Wir versuchen vielmehr, durch die betrieblichen Besonderheiten hindurch Hinweise auf allgemeine Veränderungen in Konstruktionsabteilungen zu erhalten. Gravierende Abweichungen vom Trend in einzelnen Betrieben werden allerdings nicht verschwiegen, sondern ausdrücklich benannt. Dieses Vorgehen haben wir nicht zuletzt deshalb gewählt, um tatsächlich Handlungsempfehlungen für die Entwicklung, Anpassung und organisatorische Einbindung von vernetzten CAD-Systemen geben zu können.

Den folgenden Grafiken kann man die Zusammensetzung unseres Samples entnehmen:

<div style="text-align: center;"> Betriebs- größe </div> <div style="text-align: left;"> Branche </div>	<= 100	<= 300	<=900	>900
Konstruktions- dienstleistungen	3	-	-	-
Maschinenbau	2	2	-	-

Anlagenbau	-	1	2	1
------------	---	---	---	---

Abb. 1a: Struktur des Samples: Betriebsgrößen und Branchen

Größe K-Abt. Konstruktionsmodus	- 8	- 20	> 20
Neukonstruktion/ Dienstleistung	1	1	1
Änderungskonstruktion/ Kleinserienfertigung	-	2	1
Neukonstruktion/ Unikate	4	-	1

Abb. 1b: Struktur des Samples: Größe der Konstruktions(unter)abteilungen und Konstruktionsmodus

2.2 Strukturdaten des CAD-Einsatzes

Eine wichtige Voraussetzung für die Herausbildung spezifischer Kooperationsformen im Zusammenhang mit dem CAD-Einsatz ist natürlich die Ausstattung der einzelnen Betriebe bzw. Abteilungen mit CAD-Hard- und Software. Hier ein kurzer Überblick:

In immerhin sechs Konstruktionsabteilungen unseres Samples ist die Zahl der CAD-Arbeitsplätze so hoch, daß im Prinzip jeder Mitarbeiter einen Platz zur Verfügung hat (Verhältnis 1:1 oder geringfügig darunter). Drei Abteilungen bieten ein Verhältnis von 1:2, wobei in einem Falle zusätzlich zu den CAD-Workstations so viele PC's (zwecks Dokumentation etc.) zur Verfügung stehen, daß jeder Mitarbeiter ohne große Wartezeiten einen Rechnerarbeitsplatz findet. Nur in zwei Betrieben ist die Ausstattung mit einem Verhältnis von 1:3 so schwach, daß es bei durchgängiger CAD-Arbeit aller Konstruktionsmitarbeiter ernste Verfügbarkeitsprobleme geben würde. Im Durchschnitt liegt die Ausstattungsquote unseres Samples jedoch schon deutlich über dem Ergebnis einer vergleichbaren Studie, die 1991/92 durchgeführt wurde (vgl. Müller 1995, S. 20)². Interessanterweise ist hinsichtlich der Ausstattungsquote kein Zusammenhang zur Größe des Betriebes oder der Abteilung erkennbar. Die entscheidenden Einflußgrößen sind eher die

² Von 14 Betrieben jener Studie waren immerhin noch 3 mit einem Verhältnis von schlechter als 1:3 (bis 1:10) ausgestattet.

interne Arbeitsteilung – in beiden 1:3-Fällen arbeiten die Konstrukteure noch hauptsächlich am Zeichenbrett, während die CAD-Arbeit fast ausschließlich von den Technischen Zeichnerinnen durchgeführt wird – und die Bereitschaft des Managements, CAD-Arbeitsplätze anzuschaffen.

Die Ausstattung mit PC's und Workstations ist etwa gleich verteilt, wobei einige Betriebe beides haben. Hier besteht ein direkter Zusammenhang zur Betriebsgröße: Drei der vier großen Betriebe nutzen Workstations, wobei einer sogar gerade erst vom Zentralrechner mit Terminals auf eine Workstation-basierte Client-Server-Konfiguration umgestiegen ist. Da die kleineren Workstation-Nutzer CAD schon sehr lange einsetzen, kann man vermuten, daß zum Zeitpunkt der Einführung Anfang der Achtziger (s.u.) keine angemessenen PC-CAD-Systeme verfügbar waren. Die beiden Betriebe, die beides einsetzen, gehören zu den Dienstleistern und müssen sich in hohem Maße auf die Ausstattung ihrer Kunden einstellen.

Die CAD-Systeme wurden fast durchweg in den Jahren 1983 - 1988 eingeführt. Zwei „Vorreiter“ begannen damit schon 1980/81. Es sind fast ausschließlich 2D-Systeme im Einsatz, in wenigen Fällen wird mit Drahtgittermodellen gearbeitet. Der Einsatz von volumenorientierten 3D-Systemen ist in wenigen Fällen in Vorbereitung. Dabei ist ein klarer Zusammenhang zu den jeweiligen Arbeitsaufgaben feststellbar. Ein Anlagenbauer bezieht beispielsweise erst jetzt seinen Komponentenbau in die CAD-gestützte Konstruktion mit ein und steht daher vor ganz neuen Modellierungsproblemen, für die der Einsatz von 3D sich von vornherein zu lohnen scheint. Auch hier sind keine unmittelbaren Zusammenhänge zur Betriebsgröße festzustellen. Das ändert sich etwas, wenn man die Ausstattung mit zusätzlichen Systemen wie FEM-Modulen (Finite-Element-Methode) und den Gebrauch von erweiterten Möglichkeiten wie Parametrisierung betrachtet. Hier läßt sich – vorsichtig – ein gewisser Vorsprung der größeren Betriebe konstatieren, der vermutlich durch die im Hause vorhandene Kompetenz eigener EDV-Abteilungen zustandekommt.

Noch ein Wort zum Qualifikationsprofil in den Konstruktionsabteilungen: Zum Zeitpunkt der Untersuchung gab es in der Summe der Betriebe etwa gleichviele Techniker wie Ingenieure unter den Konstrukteuren. Die Aussagen etlicher Konstruktionsleiter belegen aber einen Trend zu Hochschulabsolventen. Die Zukunft der Technischen Zeichner/-innen scheint mehr als je zuvor in Frage gestellt: Schon in unserem Sample gab es einige Betriebe, die gar keine oder nur noch ein bis zwei Technische Zeichner/-innen beschäftigen.

3 TEAMARBEIT IN DER KONSTRUKTION

3.1 Theoretische Vorüberlegungen

Konstruktionsarbeiten sind nicht direkt an der Herstellung von materiellen Gegenständen beteiligt, sondern nur vermittelt über die Erstellung immaterieller Entwürfe. Seit ihrer historischen Herausbildung haben Konstruktionsabteilungen die Aufgabe, neue Produkte zu kreieren, be-

kannte Produkte zu modifizieren und z.T. auch den Arbeitsprozeß in Fertigung und Montage konzeptionell vorzubereiten. Das Schwergewicht liegt jedoch im Bereich der Entwicklung neuer und Modifikation bekannter Produkte. Vor diesem Hintergrund ist die Produktmodellierung quantitativ und qualitativ die wichtigste Aufgabe von Konstrukteuren.

Es existieren verschiedene theoretische Versuche, die Besonderheit der Arbeitsprozesse in Konstruktion und Entwicklung zu bestimmen. Da sich unser Forschungsprojekt auf den Zusammenhang und das Zusammenspiel von Konstruktionsarbeit und informationstechnischen Systemen bezieht, haben wir uns entschieden, die wesentliche Aufgabe von Konstruktion und Entwicklung in der Suche, Verarbeitung und Erzeugung von Informationen zu sehen (Wolf , Mickler, Manske u.a. 1992, S. 95). Probleme müssen definiert, anschließend Informationen erzeugt, geprüft und dargestellt werden. Auch bei einem Konstruktionsbegriff, der das Berechnen und Entwerfen in den Mittelpunkt der Konstruktion stellt, fällt der hohe Zeitanteil von Konstrukteuren für die Beschaffung von Informationen aus Unterlagen auf (Beitz, Feldhusen 1988, S. 24 f.).

Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten stellen jedoch schon seit längerer Zeit einen arbeitsteilig organisierten Zusammenhang dar. Zur Erreichung der managerial definierten inhaltlichen, zeitlichen und ökonomischen Zielvorgaben müssen die Teilarbeiten (sowohl in ihrer horizontalen wie ihrer vertikalen Differenzierung) aufeinander abgestimmt werden. Insbesondere bei sehr komplexen Produkten ist der Koordinations- und Kooperationsaufwand relativ groß. Organisationsstätigkeiten sind also ein immanenter Teil der Konstruktion. Insbesondere an Gruppen- und Abteilungsleiter werden hohe Anforderungen an das Kooperationsvermögen und die kommunikative Kompetenz gestellt. Da aber die „Schnittstellen“ zwischen den verschiedenen Teilarbeiten nur bedingt von den Leitern und Organisatoren exakt definiert werden können, ist die Selbstorganisation bzw. Selbstkoordination des technischen Personals in der Regel in der Konstruktion erforderlich. Trotz der technischen, ökonomischen und zeitlichen Vorgaben des Managements muß den Konstrukteuren ein gewisser sachlicher und zeitlicher Freiraum zugestanden werden. Dabei gilt für das technische Personal in Entwicklung und Konstruktion in besonderem Maße, was für viele „Arbeiter“ in deren Arbeitszusammenhängen gilt, daß nämlich die sprachliche Kommunikation von Person zu Person die entscheidende Voraussetzung der Kooperation ist, ja daß ohne persönliche Kommunikation Kooperation eigentlich nicht möglich ist.

Vor dem Hintergrund der gestiegenen betrieblichen Relevanz von Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten sind in den letzten 25 – 30 Jahre verschiedene Reorganisierungs- und Technisierungsmaßnahmen als Element von Rationalisierungsstrategien für die der Produktion vorgelagerten Bereiche durchdacht und in Ansätzen auch realisiert worden. Im Mittelpunkt dieser Rationalisierungsstrategien hat in der industriellen Konstruktion der Einsatz von CAD-Systemen gestanden. Übersetzt man CAD (Computer Aided Design) ins Deutsche mit „computer-unterstütztem Konstruieren“, so müßte man dann von einem CAD-System sprechen, wenn ein EDV-System eine der Aufgaben in der Konstruktion unterstützt. Faktisch hat sich jedoch ein anderer Sprachgebrauch durchgesetzt: CAD-Systeme sind EDV-Systeme, mit denen man Objek-

te grafisch-interaktiv erzeugen und manipulieren kann. D.h. das geometrische Objekt des zukünftigen Produktes soll im Rechner so erfaßt werden, daß es sich zum Ausgangspunkt weiterer Konstruktionsarbeiten eignet.

Seit Ende der siebziger Jahre ist eine Reihe sozialwissenschaftlicher Studien über die arbeitsbezogenen Konsequenzen des CAD-Einsatzes durchgeführt worden, in der die qualifikatorischen und partiell auch organisatorischen Folgen des CAD-Einsatzes, korrekter: der im Zusammenhang mit dem CAD-Einsatz aufgetretenen Folgen untersucht worden sind. Dabei hat sich herausgestellt, daß weder die Befürchtungen der Industriegewerkschaften der siebziger Jahre (Routinisierung, Entwertung der Qualifikationen, Reduzierung der Handlungsfreiräume) noch die Versprechungen der CAD-Anbieter (Reduzierung der Routine und Freisetzung konstruktiver Kreativität) eingetreten sind. Vielmehr existiert ein breites Spektrum unterschiedlicher organisatorischer und technischer Einsatzbedingungen, aus denen ganz unterschiedliche Konsequenzen für die Arbeitsqualität von Konstrukteuren und technischen Zeichner/-innen resultieren. Offensichtlich ist allerdings, daß die arbeitsbezogenen Veränderungen um so gravierender sind, je stärker die Tätigkeit der jeweiligen Angestellten bereits von CAD durchdrungen ist.

Wie bereits eingangs erwähnt, haben die durch CAD-Systeme bedingten Veränderungen der abteilungsinternen Kooperation bisher nicht im Zentrum der sozialwissenschaftlichen Forschung gestanden. Aber Ende der achtziger Jahre, Anfang der neunziger Jahren wurde dieser Frage vorübergehend eine stärkere Aufmerksamkeit zuteil. Grundlage dieses gestiegenen Forschungsinteresses war die Befürchtung, daß die teamartigen Kooperationsformen in Konstruktionsabteilungen, die sich ja durch einen hohen Anteil an Selbstorganisation und persönlicher Kommunikation auszeichnen, tendenziell durch den Einsatz vernetzter CAD-Systeme unterminiert werden könnten. Diese mögliche Veränderung der Kooperationsformen wurde in der Sozialforschung auch deshalb ernst genommen, weil für Konstrukteure und Zeichner/-innen die persönlichen Gespräche untereinander, gerade auch die informellen, für die berufliche Zufriedenheit und ihre Arbeitsmotivation ausgesprochen wichtig sind (siehe hierzu Müller 1993, Andersen, Rasmussen und Tøttrup 1989). Daß allerdings ein technisches System vergleichbar dem Fließband in Fertigung und Montage die Kooperation zwischen Teilarbeitern in Entwicklung und Konstruktion bestimmen könnte, ist bis heute eigentlich unvorstellbar. Es ist jedoch offensichtlich, daß in den letzten 10 – 15 Jahren im Zusammenhang mit der sukzessiven Einführung von CAD bzw. CAD/CAM-Systemen die Optimierung der konstruktionsinternen und der über die Konstruktion den gesamten Betrieb betreffenden Informationsflüsse ein wesentliches Ziel betrieblicher Rationalisierungsstrategien geworden ist (Wolf u.a. 1992, S. 279 ff.). Die Einbindung der Arbeit des technischen Personals in ein computerbasiertes betriebliches Informationssystem ist bisher jedoch mehr Konzept als Realität.

Die vor einigen Jahren vorliegenden Forschungsergebnisse zeigten deutlich, daß die Veränderungen der Kooperationsformen beim damaligen Stand der Informationstechnik weniger vom informationstechnischen Vernetzungskonzept oder der Funktionalität des CAD-Systems als sol-

chem sondern stärker vom organisatorischen Einsatzkonzept abhängen. So hat der bis vor einigen Jahren durchaus übliche CAD-Dienstleistungspool (die organisatorische Herauslösung der CAD-Nutzer aus den Konstruktions- und Zeichnungserstellungsgruppen) gravierende Konsequenzen für das kooperative Gefüge einer Abteilung, weil das am CAD-System tätige Personal in der Regel den Kontakt zu den weiter am Zeichenbrett tätigen Kollegen verloren hat.

Es zeichnet sich jedoch seit einigen Jahren mit der steigenden Anzahl von CAD-Arbeitsstationen ein Trend zur dezentralen Nutzung von CAD-Systemen im Rahmen existierender Arbeitsgruppen ab, so daß die aus dem CAD-Dienstleistungspool erwachsene Gefahr gebannt ist. Ausgangspunkt unseres Forschungsprojektes war daher nicht der CAD-Pool, sondern dezentral eingesetzte CAD-Systeme. Wir vermuteten, daß im Zuge der beginnenden Parallelisierung bisher nacheinander durchlaufener konstruktionsinterner und gesamtbetrieblicher Arbeitsschritte die folgenden Trends die auf persönlicher Kommunikation beruhenden Arbeitsformen in den Konstruktionsabteilungen und zwischen Konstruktion und den angrenzenden Abteilungen beeinträchtigen könnten: Zum einen die Vernetzung der dezentral eingesetzten Workstations und Personalcomputer – in erster Linie mit dem Ziel eines schnelleren und fehlerfreieren Datenaustausches, und zweitens die schnelle und kostengünstige Anpassung von CAD-Software an betriebs-, produkt-, verfahrens- und aufgabenspezifische Anforderungen, z.B. der Aufbau zentral verfügbarer Bibliotheken.

In der folgenden Arbeit verwenden wir neben der Kategorie „Teamarbeit“ bewußt den Begriff „teamartige Kooperation“ (Popitz u.a. 1957), weil bei dieser Kategorie das Schwergewicht auf die persönliche Kommunikation der Arbeiten gelegt wird. Im Verhältnis zur Kategorie „Teamarbeit“ (Bahrdt 1971, S. 152 ff.) impliziert die Kategorie teamartige Kooperation noch stärker die wechselseitige Abhängigkeit der Arbeitenden, die permanente sprachliche Verständigung über Arbeitsergebnisse und die nächsten Schritte und die gemeinsame Verantwortung für die Qualität der Arbeit. Entscheidend an dem Begriff „teamartige Kooperation“ ist das permanente sprachlich vermittelte Aufeinandergerichtetsein der Arbeitsergebnisse. Der Einzelne muß sich aufgrund seiner Spezialisierung ausdrücklich und jederzeit auf den kooperativen Gehalt seiner Arbeit einstellen und das Arbeitsergebnis gegenüber den vorgesetzten Instanzen gemeinsam mit seinen Kollegen verantworten. Die entscheidende Voraussetzung der Synthetisierung arbeitsteilig erstellter Resultate besteht also bei der teamartigen Kooperation in der sprachlichen Interaktion und Kommunikation der Arbeitenden. In der teamartigen Kooperation kann ohne permanente sprachliche Abstimmung das Arbeitsziel nicht erreicht werden³.

³ Die Autoren Popitz, Bahrdt u.a. (1957) wollten diese Kategorie für die technisierte industrielle Produktion im engeren Sinne vorbehalten. U.E. eignet sie sich jedoch ausgesprochen gut für die Charakterisierung der Arbeitszusammenhänge in der industriellen Konstruktion, weil hier die persönliche Kommunikation tatsächlich die Voraussetzung der Kooperation darstellt. Anders ist die Sinnhaftigkeit der Kategorie „gefügeartige Kooperation“ für den Kontext der industriellen Konstruktion zu beurteilen. Technisch dermaßen stark determinierte Arbeitsvollzüge, wie sie nach Popitz u.a. (1957) z.B. an einem Fließband oder an einer Blockstraße in einem Hüttenwerk vorliegen, sind in der industriellen Konstruktion gegenwärtig nicht denkbar. Der innovative Auftrag der

Popitz u.a. grenzen von der teamartigen Kooperation die „organisatorische Koordination“ ab. Diese zeichnet sich dadurch aus, daß die Synthese der arbeitsteilig erstellten Ergebnisse durch strikte organisatorische Kontrollen der jeweiligen Vorgesetzten gesichert wird, ohne daß die ausführenden „Teilearbeiter“ sich untereinander sprachlich unbedingt verständigen müßten (Popitz u.a. 1957, S. 69 ff.). Bei der hierarchischen Koordination besteht dementsprechend nur eine individuelle Verantwortung gegenüber der Leitung der jeweiligen Abteilung oder des Unternehmens. Kleinschmidt und Pekruhl haben diesen Typus der Organisation „kontrollierte Kooperation“ genannt (1994, S. 156).

3.2 Innerbetriebliche Organisation: Abläufe und Hierarchien

Die befragten Experten betonen durchgängig den engen Zusammenhang zwischen der Beherrschbarkeit größerer Produktkomplexität und höherer Produktqualität einerseits und einer kooperationsförderlichen Organisationsstruktur des Konstruktionsbüros andererseits. Der Systembetreuer aus unserer Expertenrunde schildert, wie sich in seinem Betrieb die Einsicht in die Notwendigkeit intensiverer Kooperation und Kommunikation auf allen Ebenen schon in der Praxis niedergeschlagen hat:

„Also auf Teamfähigkeit und Kooperation wird schon großer Wert gelegt, weil die Grundidee, ... (das Produkt) zu bauen und dieses ... (Produkt) nicht allein bauen zu können, schon dahinter steckt. Sie müssen allein in den Köpfen ganz oben kooperationsbereit sein, weil sie Partner haben, mit denen sie zusammenarbeiten müssen, weil sie sonst das Produkt nicht auf den Markt bringen können. Das setzt sich eigentlich bis unten hin durch“ (SB, S. 6).

Durch solche gravierenden Veränderungen ändert sich auch die Position und die Aufgabenstellung des Konstrukteurs radikal, und zwar in einer vom Systembetreuer eindeutig positiv bewerteten Weise:

„Die gesamte Verantwortung liegt jetzt auf dem Konstrukteur, und sie sind viel zufriedener. Jeder hat irgendwie das Gefühl, er ist verantwortlich und macht es von daher besser. (...) wenn ich sowieso weiß, ich mach jetzt was, und das wird in drei Kontrollinstanzen noch einmal kontrolliert, dann sage ich, ok, jetzt mache ich einen Fehler, ich wurschtel das jetzt erst einmal hin, das wird schon irgendwie rauskommen. Heute weiß er, das kommt nicht raus, und es kommt erst da hinten in der Halle raus, dann gibt es Ärger. Und das ist, glaube ich, ein besseres Gefühl für den Konstrukteur. (...) Die Qualität unserer Unterlagen ist besser geworden. Eindeutig“ (SB, S. 21).

Wie sehr die Zusammenarbeit aller am Konstruktionsprozeß Beteiligten von organisatorischen Entscheidungen abhängt, noch vor jeder Diskussion um irgendwelche Techniknutzung, zeigt der befragte Software-Entwickler am Beispiel eines Kundenbetriebs, der mit einer ganz speziellen Form seiner Arbeitsorganisation sicher eine Ausnahme ist:

Konstruktion macht einen relativ großen Handlungsspielraum selbst für die unteren technischen Angestellten einfach erforderlich. Andererseits beinhaltet der Einsatz vernetzter CAD-Systeme die Möglichkeit zur informationstechnisch vermittelten Kommunikation.

„Die haben dann Concurrent Design mit Zeichenbrettern gemacht, indem sie drei Stück über Eck aufgestellt haben, dann an jedes Brett einen Konstrukteur, und die haben dann zu dritt gleichzeitig drei Ansichten gemalt, für die Konstrukteure eine extrem schwere Anforderung (...), und dann hat sich der Projektleiter in die Mitte gestellt, und der hat nichts anderes getan, als den drei Konstrukteuren über die Schulter zu gucken, damit sozusagen nichts durcheinander kommt.“ (SE1, S. 8).

In dieselbe Richtung möchte der Systembetreuer die Organisationsstruktur seiner Konstruktionsabteilung mit den verschiedenen Unterabteilungen verändern:

„Ja, eigentlich müßte die gesamte Organisation geändert werden. Wenn Sie jetzt ... (das Produkt) bauen, müßte eigentlich der Strukturkonstrukteur, der Ausstattungskonstrukteur, der elektrische Konstrukteur, in der Arbeitsgruppe weiter der Strukturmechaniker und der Fertiger, die müßten eigentlich nach meiner Meinung noch in einer Abteilung sitzen“ (SB, S. 29).

In diesen Beispielen zeigt sich plastisch der enorme Abstimmungsbedarf, den solch eng aufeinander bezogenes Arbeiten in der Gruppe mit sich bringt. Die Koordinationsleistung kann allerdings auf sehr unterschiedliche Weise erbracht werden: von oben, vom „Gockel auf dem Misthaufen“, wie es der Unternehmensberater ausdrückte, oder in Selbstorganisation der Konstrukteure:

„Man hätte eine Gruppe installieren müssen, die über sich selbst den Prozeß der Gestaltung regelt, und jeder sagt, (...): ich hab die Baugruppe eins (...), du hast die Baugruppe zwei, was brauchst du von mir für Schnittstellen, wie soll ich sie dir beschreiben?“ (UB, S. 3).

Oder aber der Konstruktionsleiter müßte, wie im oben zitierten Beispiel vom „Concurrent Design am Zeichenbrett“ angedeutet, als Koordinationsmedium fungieren. Diese Organisationslösung würde zwar die Entscheidungsspielräume der Konstrukteure sehr einschränken, aber immerhin würden die Koordinationsentscheidungen für sie nachvollziehbar bleiben und ihre Kommunikation untereinander nicht abschneiden.

Die Einbettung von Teamarbeit in betriebliche Hierarchien und Abläufe, wie wir sie in den Konstruktionsabteilungen vorgefunden haben, stellt sich, abweichend von den „fortschrittlich“ anmutenden Vorstellungen der Experten, in der betrieblichen Praxis höchst unterschiedlich dar. Trotz der immer wieder erhobenen Forderungen nach „flacheren“ Hierarchien und Teamarbeit existieren nur vereinzelt Betriebe, in denen Gruppenarbeit und abteilungsübergreifende Kooperationsbeziehungen auf dezidierte Entscheidungen der Konstruktionsleitung und des Managements zurückgehen. Hier sind Aufbau- und Ablauforganisation bewußt auf Zusammenarbeit der Konstruktionsmitarbeiter, teilweise auch der Abteilungen untereinander ausgerichtet. In unserem Sample findet sich lediglich ein Betrieb, der diese Kriterien auf den ersten Blick zu erfüllen scheint. Bei genauerer Betrachtung ist jedoch festzustellen, daß die Neuorganisation gewissermaßen *über* die bestehenden Strukturen und Abläufe gelegt worden ist, die Abteilungsgrenzen, auch innerhalb der Konstruktion (Anlagen- und Komponentenkonstruktion), also weiterbestehen.

Den anderen Pol des betrieblichen Spektrums bilden Konstruktionsabteilungen, in denen ein eher autoritärer Führungsstil, Kommunikation auf dem Dienstweg sowie straff koordinierte Einzel-

arbeit, gepaart mit wenig Zutrauen in die Eigenständigkeit der Mitarbeiter, die traditionelle hierarchische Betriebsorganisation widerspiegeln. Von diesem Betriebstypus finden sich zwei Unternehmen im Sample.

Das „breite Mittelfeld“ wird jedoch gebildet von Betrieben, in denen eine Gemengelage von Einzelinteressen, betrieblichen oder vom Markt diktierten Zwängen, kluger Einsicht in neue Notwendigkeiten und unreflektiertem Wunsch nach „Erhalt des Bewährten“ zu Organisationsformen führen, die sich, ohne institutionelle Absicherung, *irgendwie* entwickelt haben und zumindest vorläufig überlebensfähig sind⁴. Sie sind zwar flexibler und offener gegenüber neuen Anforderungen als jene Betriebe am traditionellen Pol. Es fehlt jedoch eine klare Linie im Ganzen, die die Voraussetzung zu wirklich strategischen Entscheidungen wäre, z.B. über den Einsatz von neuer CAD-Technologie. So fallen viele notwendige Erneuerungsschritte der Unübersichtlichkeit und Undurchschaubarkeit der „gewachsenen“ Strukturen zum Opfer. Einer der befragten Konstruktionsleiter hat beispielsweise im Rahmen *seines* Kompetenzbereiches dafür sorgen können, daß sogar Fertigungsmitarbeiter zu Besuchen in Kundenbetrieben mitgenommen werden, um dort vor Ort bestimmte Änderungsanforderungen sofort auch unter Fertigungsgesichtspunkten beurteilen zu können. Gleichzeitig ist dieser Konstruktionsleiter aber noch in eine betriebliche Gesamtorganisation eingebunden, die es ihm nicht erlaubt, kraft eigener Entscheidung das offensichtlich überalterte CAD-System zu ersetzen.

Analog zur Flexibilisierung der Organisation in diesem Betriebstypus, den wir „liberalhierarchisch“ nennen wollen, ändert sich auch das Kontrollverhalten der Konstruktionsleiter. Zwar spielen, wie eben beschrieben, Arbeitsformen wie die „selbstorganisierte“ teamartige Arbeit⁵ in unseren Gesprächen in den Konstruktionsabteilungen kaum eine Rolle. Das ist jedoch nicht weiter verwunderlich, weil viele der Verantwortlichen solchen Formen skeptisch gegenüber stehen, denn diese könnten für sie, oberflächlich betrachtet, mit einem erheblichen Verlust an Macht und Kontrollfunktionen verbunden sein. Andererseits ist man sich aber klar darüber, daß die herkömmliche hierarchische Koordinationsform unmittelbar zusätzliche Kosten zur Folge hat, wie der Unternehmensberater verdeutlicht. Seinen Erfahrungen zufolge geschieht es zu häufig, daß bei arbeitsteiliger Bearbeitung einer Konstruktion an den Schnittstellen unnötige und nicht bezahlbare Doppelarbeit geleistet wird, „weil jeder ja seinen Teil optimal lösen wollte, aber nicht begriffen hat, daß er mit dem Beginn einer Realisierung einem Anderen den Arm reichen kann, damit der das fortsetzt“ – mit dem Ergebnis, daß bis zu 40% der realisierten Funktionen überflüssig sind! (vgl. UB, S. 3).

⁴ Diese „Irgendwie-Kooperation“ entspricht den Vorstellungen von Burns und Stalker (1961) über „organische Kooperation“, die auf persönliche Vertrauensbeziehungen und enger Kooperation zwischen den Funktionsträgern in der Konstruktion, z.T. aber auch darüber hinaus in Richtung Fertigung beruht (zitiert in: Kalkowski, Mickler, Manske 1995, S. 222 ff.).

⁵ Unter bestimmten Rahmenvorgaben (Ziel, Zeit, Kosten, Qualität) kann die Gruppe relativ frei über Aufgabengliederung, Lösungsfindung etc. entscheiden.

In diesem Dilemma könnte der Konstruktionsleiter als „Koordinationsmedium“ sich als der goldene Mittelweg erweisen, zumal, wie sich noch zeigen wird, die gegenwärtig verfügbaren bzw. sich in greifbarer Nähe befindenden EDV-Systeme genau diesen Ansatz zu unterstützen versprechen. Die dem „liberal-hierarchischen“ Betriebstypus zugehörigen Konstruktionsleiter haben – in unterschiedlichen Ausprägungen – Elemente dieses Weges aufgenommen. Sie verstehen sich weitgehend nicht mehr als „Gockel auf dem Misthaufen“, sondern sind *in der Tendenz* bereit, Verantwortung zu delegieren und ihre Kontrolle auf das funktionale Ergebnis und die Einhaltung von Zeit-, Kosten- und Qualitätsrahmen zu beschränken. Das Instrument der Wahl zur Lösung potentieller Konflikte zwischen Eigenverantwortung und Ergebniskontrolle scheint verstärkte und z.T. stark formalisierte *Koordination* zu sein.

Ursache dieser Veränderung des Kontrolltyps sind vermutlich verschiedene, sich ergänzende Motive:

- eine Tendenz weg vom auf Gehorsam und Anpassung ausgerichteten Arbeitnehmer hin zum „mündigen Industriebürger“, insbesondere in Abteilungen mit innovativem Auftrag;
- eine nachhaltige Wirkung der seit einiger Zeit geführten Diskussion über die Notwendigkeit von „lean production“, „simultaneous engineering“ und im Zusammenhang damit Gruppen- bzw. Teamarbeit;
- ein *faktisches Kontrollproblem* angesichts der Bildschirmtechnologie CAD, die die unmittelbare Arbeitskontrolle am Bildschirm unmöglich oder sehr schwierig macht.

Die Ausprägungen der Kooperationsformen stellen sich so unterschiedlich und vielfältig dar wie die Betriebe und Konstruktionsabteilungen selbst. Dabei gibt es keinen direkten Zusammenhang zwischen den äußerlichen Betriebsmerkmalen und der Kooperationsform.

Die vielfach geäußerte Überzeugung „Zusammenarbeiten *muß* man“ schlägt sich in einigen Konstruktionsabteilungen lediglich in der sporadischen Zusammenführung einiger weniger – in diesen Fällen meist nur zweier – Mitarbeiter zu temporären Arbeitsgruppen nieder, die rein funktional verschieden Teile eines Auftrags zeitlich parallel bearbeiten und die Ergebnisse selbst oder gar unter Kontrolle des Vorgesetzten zusammenführen. In den drei Betrieben unseres Untersuchungsspektrums (N2, N3, U5), die wir zu dieser Kategorie zählen können, wird a priori eher einzeln, nur als Reaktion auf unabdingbare Notwendigkeiten auch in der Gruppe gearbeitet. Bezeichnenderweise geht hier die Zusammenarbeit auch nur in einem Fall über die Grenze der Konstruktionsabteilung hinaus.

In den übrigen Fällen ist es sinnvoll, genauer zu unterscheiden,

a) *wer* an der Kooperation beteiligt ist:

- Mitarbeiter nur innerhalb einer einzelnen Abteilung,
- Mitarbeiter aus verschiedenen Unterabteilungen,
- Mitarbeiter mehrerer Abteilungen, die unterschiedliche Phasen der Produktentwicklung repräsentieren, und

b) wer die Kooperation initiiert und koordiniert:

- der Konstruktionsleiter,
- ein Gruppenleiter (der diese Funktion fest innehat),
- ein Projektleiter (der von Projekt zu Projekt wechselt bzw. wechseln kann).

Die Anzahl der an einem Entwicklungsauftrag beteiligten Konstruktionsmitarbeiter ist nach unseren Erkenntnissen von der Firmen- bzw. Abteilungsgröße und in besonderem Maße vom Produkt(-spektrum) und dessen Komplexität abhängig. So werden in zwei Betrieben (S1, U4), deren Konstruktionsleiter ansonsten sehr viel Wert auf Teamarbeit legen, die meisten Aufträge trotzdem von nur einem Konstrukteur abgearbeitet – die jeweiligen Produkte geben von ihrem Entwicklungsumfang her offenbar nicht mehr her⁶. In den größeren Betrieben U5 und S2 dagegen sind die Konstruktionsabteilungen nach produktspezifischen Gesichtspunkten untergliedert, bei S3, aber auch einigen der mittelgroßen (z.B. U2) nach fachspezifischen Kriterien. Dadurch reduziert sich die Komplexität der in der einzelnen Unterabteilung zu bearbeitenden Teilaufgaben ohnehin auf ein Maß, das die Bearbeitung durch mehr als zwei Mitarbeiter in der Regel nicht erlaubt. Gruppenarbeit innerhalb der Konstruktions(unter-)abteilung mit drei bis vier, in Ausnahmen bis zu sechs Mitarbeitern als regelmäßiger Form der Auftragsbearbeitung kommt letztlich nur in zwei Firmen, U1 und N1, vor. In den übrigen Unternehmen ist die Frage nach kooperativen Arbeitsformen daher sinnvollerweise nur auf die gruppen- bzw. abteilungsübergreifende Zusammenarbeit zu beziehen.

Ein Beispiel dafür ist Betrieb S1, dem einzigen Programmfertiger unseres Samples, in dem die Produkte wegen ihrer relativ geringen Komplexität in der Regel lediglich von einem Konstrukteur entwickelt werden. Die Zusammenarbeit mit jeweils einer Technischen Zeichnerin verläuft strikt sequentiell, d.h. erst der (am Zeichenbrett!) fertiggestellte Entwurf wird zur Ausarbeitung weitergegeben und nur zur Freigabe nochmals dem Konstrukteur vorgelegt. Eine weitergehende Kooperation ist jedoch auf Initiative des noch recht jungen Konstruktionsleiters entstanden: Sowohl der zuständige Konstrukteur als auch der Fertigungsmitarbeiter haben den Vertrieb bei der Kundenbetreuung zu unterstützen, so daß deren Fachwissen im Produktdefinitionsprozeß frühzeitig berücksichtigt werden soll. Initiative und Koordination liegt hier eindeutig beim Konstruktionsleiter.

Die Einsicht, auf diese Weise sowohl größere Kundennähe als auch Beschleunigung der Produktentwicklung durch Fehlervermeidung erreichen zu können, scheint mittlerweile recht weit verbreitet zu sein. Zumindest in den Betrieben, in denen jeweils einem Konstruktionsmitarbeiter die Verantwortung für ein Projekt übertragen wird, ist dieser auch gleichzeitig zuständig für die Koordination nach „außen“. D.h. er muß mindestens den Projektablauf innerhalb des

⁶ Allerdings hatten wir bei U4 den Eindruck, daß u.U. durch parallel zu bearbeitende Unterteilungen der Anlagenkonstruktionen erheblich Zeit gewonnen werden könnte. Dieser Eindruck wurde in einem weiteren Gespräch mit dem Management auch nicht ganz von der Hand gewiesen.

Hauses, also im Kontakt zu den vorangehenden und nachfolgenden Nachbarabteilungen absichern (U1, U, U2, S2, nicht aber S3!). Der Außenkontakt läuft in dreien dieser Fälle sowie in den meisten anderen aber immer noch über die Konstruktions- oder Gruppenleiter. Zwar verweist in mehreren Fällen die Leitungsebene auch hier auf die oben genannten Notwendigkeiten. Wir haben jedoch Zweifel, daß das Ziel der Einbindung umfassenden Fach- und Erfahrungswissens aus *allen* relevanten Bereichen erreicht werden kann, wenn alle Informationsvorgänge durch den „Flaschenhals“ der Abteilungsleitungen gepreßt werden müssen. Denn eine Gemeinsamkeit der meisten Unternehmen dieser Gruppe besteht darin, daß die Konstruktionsmitarbeiter zwar durchaus an kooperativen Beziehungen untereinander und zu anderen Bereichen im Hause gewöhnt (nur in Ausnahmefällen auch darüber hinaus) sind, die Verantwortung für die Zusammenführung verschiedener Mitarbeiter und unterschiedlicher Bereiche aber nach wie vor in den Händen der Konstruktionsleiter bzw. ihrer Vertreter und Gruppenleiter liegt.

Unter einem anderen Aspekt erscheint überraschenderweise auch die weitgehende Lösung im Unternehmen U4 problematisch: Der Konstruktionsmitarbeiter, der als Projektverantwortlicher „den Hut aufgesetzt“ bekommt (so der Firmenjargon), ist tatsächlich für die *gesamte* Abwicklung des Projektes zuständig. Dieses hat zur Folge, daß er zeitweise annähernd 100% seiner Arbeitszeit für koordinierende und administrative Tätigkeiten aufwenden muß: Er hat immerhin die Kooperation zwischen Mitarbeitern aus allen Bereichen der Entwicklung und Montage sowie Kunden und Zulieferern zu koordinieren. Das ist nicht nur für ihn persönlich unangenehm und belastend (er ist dafür gar nicht ausgebildet), sondern auch für die Firma mittelfristig nicht die Optimallösung, weil sie auf diese Weise ihre qualifiziertesten Ingenieure an fachfremden Aufgaben verschleißt.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß trotz der verbreiteten Einsicht in die Notwendigkeit von Zusammenarbeit auf allen betrieblichen Ebenen die praktische Umsetzung der teamartigen Kooperation auf starke Barrieren stößt. Diese basieren auf der historisch gewachsenen Organisationskultur, sicherlich *auch* der zögerlichen Haltung mancher Betriebs- und Konstruktionsleitungen, aber auch der Mitarbeiter gegenüber der Aufgabe gewohnter Strukturen der Arbeitsteilung. Darüber hinaus aber gibt unsere Untersuchung eine Reihe von Hinweisen darauf, daß bestimmte Probleme bei der Praktizierung von gruppenförmiger Arbeit in der Konstruktion auch als Folge des Einsatzes von CAD-Systemen zu deuten sind. Darüber geben wir im folgenden Abschnitt Auskunft.

3.3 Teamarbeit im CAD-Einsatz

Der CAD-Einsatz eröffnet im Hinblick auf die notwendige bzw. erwünschte teamartige Kooperation in der Konstruktionsabteilung einige neue Problembereiche. Die gravierendsten bestehen nach unseren Erkenntnissen im Übergang vom Zeichenbrett zum Bildschirm als Medium der Zeichnungsdiskussion, in der betriebs- und produktspezifischen Anpassung der CAD-Systeme, insbesondere hinsichtlich der Teilebibliotheken sowie im Übergang von der 2D-

Zeichnungserstellung zum dreidimensionalen Modellieren. Im folgenden werden wir diese Problemfelder ausführlich darstellen und erörtern.

Zeichnungsdiskussion

Ausgangspunkt für dieses Problemfeld soll die Feststellung sein, daß der Bildschirm kein Kommunikationsmedium ist. In der konventionellen Konstruktion war die Zeichnung am Brett, in der Regel großformatig, Bezugspunkt mehrerer kommunikativer Ebenen, zunächst der spontanen fachlichen Diskussion unter den Konstrukteuren, wie das folgende Zitat eines Konstruktionsleiters zeigt.

„Sonst wurde mehr über Technik gesprochen. Die Mitarbeiter standen zusammen am Reißbrett und haben also Technik diskutiert: Ist es wirklich die richtige Verschraubung, ist das der richtige Flansch? Es war jederzeit also auch Hilfestellung von dritten möglich, aus der Konstruktion, im Vorbeigehen sozusagen. Und das ist ein Punkt, der ist deutlich schwächer geworden mit CAD, deutlich schwächer“ (KL U3, S. 8).

Dieser Konstruktionsleiter bestätigt, daß die spontane kurze, fachbezogene Diskussion mit der Möglichkeit genauen Nachfragens seltener geworden ist. Nach der Erfahrung dieses Konstruktionsleiters hatten diese Diskussionen am Brett aber noch einen weiteren wichtigen Effekt. Sie dienten der eigenen Positionsbestimmung jedes Mitarbeiters. Er sei immer sehr gut informiert gewesen über das, was die anderen tun und können, und er hätte sich schon im Vorbeigehen darüber orientieren können, was der Kollege gerade gemacht hätte, „und das ist heute nicht mehr möglich und wird durchaus bedauert“ (ebd.). Der Überblick „im Vorbeigehen“ ist nicht nur wegen der geringen Bildschirmgröße kaum noch zu gewinnen, sondern auch deshalb, weil eine Zeichnung am Bildschirm immer gleich perfekt aussieht und ihr der Bearbeitungsstatus nicht ohne weiteres anzusehen ist. Aber auch in seiner Funktionalität erscheint der Bildschirm zu beschränkt:

„Man sieht dann die Konstrukteure wirklich in soundsoviel Fällen, wenn sie sich unterhalten wollen, stellen sie sich vor eine Workstation, und dann geht's immer los: wer kriegt jetzt die Maus? Die zeigen dann heftig mit den Fingern auf der Konstruktion rum, und wer kriegt die Maus, um jetzt da irgendwo mal noch eine Linie hinzumachen?“ (EI).

Die Mehrzahl unserer Gesprächspartner in den Konstruktionsabteilungen teilt diese Auffassungen, soweit sie die Vergangenheit der konventionellen Arbeit am Brett und die Bedeutung der informell zustandekommenden fachlichen Diskussion beschreiben. In der Mehrzahl der Betriebe wird darin aber kein besonderes Problem gesehen, denn als Alternative zur Bildschirmdiskussion besteht in den meisten Fällen die Möglichkeit, großformatige Plots zu ziehen, um daran die eigene Arbeit zu überprüfen und zu diskutieren. Dies wird von der breiten Mehrheit als absolut notwendig angesehen, weil man nur an der A0- oder A1-Zeichnung den erforderlichen Überblick gewinnen könne und Zeichnung bzw. Plot „interaktiver“ als die Bildschirmdarstellung sei: „Da ist schneller drin rumgemalt“ (KL S1), „Auf einem Stück Papier kann jeder (Diskussions-)Beteiligte seinen Bleistift zücken“.

„Und wenn Sie eine Zeichnung sehen, die auf dem Tisch liegt und eine Besprechung hinter sich hat, dann werden Sie die Unterschiede feststellen zum Bildschirm. Denn alles, was da dann drinsteht, da hat man die Möglichkeit am Bildschirm nicht. Die kann ich so nicht bearbeiten am Bildschirm, d.h. alle gleichzeitig können nicht da dran rumklicken und rumschmieren. Auf einem Blatt Papier kann das jeder machen, da nimmt jeder einen dicken Stift und sagt, 'und wenn wir die hier langlegen' oder so. Und das wird irgendwo teilweise fixer auf dem Blatt“ (Konstrukteur U5, S. 23).

Außerdem entspräche das große Format eher der (bisherigen) Arbeits- und Denkweise der Konstrukteure, denn „mit dem Bleistift in der Hand, das ist die Art und Weise, wie wir uns artikulieren“ (Konstrukteur S1), und „das Lieblingsblatt der Ingenieure ist A0, das wird sich nie ändern“ (Systembetreuer U1). Bei wichtigen Fragen wird der „1:1-Maßstab als unverzichtbare Beurteilungsgrundlage“ (KL S2) betrachtet, denn nur so würde die Möglichkeit zu einer selbstkritischen Distanz der eigenen Arbeit gegenüber geboten. Nur für die Klärung von Detailproblemen, die schnelle Überprüfung von Zusammenbaufragen, das einfache Ausprobieren von Ideen der Kollegen und Situationen von der Art „guck' doch mal eben“ wird der Bildschirm als das geeignete Medium angesehen:

„Nur wer das, was er gemacht hat, per Plott ausdrucken läßt, dann an sein Brett geht, anheftet und sagt, 'was habe ich denn da eigentlich gemacht?' – denn der Konstrukteur sieht nur was, wenn er den berühmten Schritt zurück geht, sich vor sein Brett stellt und das auf sich einwirken läßt, das ist die Qualität des Konstrukteurs, und das kann er am Bildschirm definitiv nicht, auch nicht mit Zoom und anderen Techniken, so daß er dieses braucht, diesen visuellen Anreiz“ (Unternehmensberater, S. 5).

Eine gegenteilige Ansicht wird nur von einzelnen Konstruktionsleitern geäußert. Einer sieht im Bildschirm als Kommunikationsmedium kein Problem, zieht allerdings als Grundlage für die „offiziellen“ Besprechungen ebenfalls eine ausgeplottete Zeichnung vor (KL U1). Nur ein einziger Konstruktionsleiter benennt Nachteile der Diskussion am Brett: „Früher wurde viel zu lange an so einem Brett diskutiert, ... und es kommt nichts raus. ... Jetzt, um Papier zu sparen und auch Zeit, wird erstmal am Rechner diskutiert“, aber immerhin auch „dann wird ausgeplottet und nochmal diskutiert“ (KL N1). Wenn diese Auffassung in unserer Untersuchung auch nur selten geäußert wird, so scheint sie dennoch relativ weit verbreitet zu sein. So betont der Anwenderbericht eines Schienenfahrzeugherstellers, daß man, vorwiegend aus Kostengründen, die technische Ausstattung so gesteuert habe, daß großformatige Plots die Ausnahme bleiben:

„Diese Entscheidung wurde dann jedoch bewußt in Kauf genommen, nicht zuletzt als 'pädagogische Maßnahme', um die Verwendung des Formats DIN A0 massiv zu erschweren. Grundsätzliche Ausgabemöglichkeiten für DIN A0 bestehen weiterhin über den vorhandenen Stiftplotter, der aber sehr langsam ist“ (Schundehütte u.a. 1993, S. 50).

Dahinter steht offenbar eine andere Einschätzung der Bedeutung jenes „berühmten Schritts zurück“. Ob sich die damit verfolgte Sparsamkeit langfristig rentieren kann, bleibt abzuwarten. Uns scheint hier ein Beispiel für eine *falsche* Antwort auf organisatorische Probleme, die aus der Nutzung computergestützter Techniken resultieren, vorzuliegen.

Es darf natürlich nicht übersehen werden, daß das Ausplotten einer Zeichnung zum Zweck der Selbstkontrolle und der Diskussion auch mit neuen Problemen behaftet ist. Der häufige Medien-

wechsel – vom CAD-Modell zum Papier und zurück – ist zeitaufwendig und anfällig für Fehler, insbesondere für Inkonsistenzen zwischen Papier- und CAD-Version. Wir fanden in keinem Betrieb Hinweise auf ein offiziell vorgesehenes Verfahren, um am Plot erarbeitete Diskussionsergebnisse in verlässlicher und nachvollziehbarer Weise in die CAD-Version des Projektes einzuarbeiten. Im Großen und Ganzen funktioniert offenbar die „individualisierte“ Verantwortlichkeit des zuständigen Sachbearbeiters, für den das Einarbeiten aber auch zusätzliche, mühselige Arbeit bedeutet. Um den vielleicht etwas merkwürdig anmutenden „Rückschritt“ zum Papier vermeiden zu können, werden wandtafelgroße Bildschirme für die Zukunft als nützliches Mittel angesehen (vgl. KL U5, S. 45).

Eine weitere Ebene der Kommunikation am Brett berührt die Zeichnung in ihrer Funktion für den Konstruktions- oder Projektleiter. Wie verschafft er sich einen Überblick über den Stand der Arbeiten und übt Kontrolle aus? Früher, so ein Konstruktionsleiter, konnte er „mal eben durch die Konstruktion marschieren und gucken, was auf den Brettern ist, und prüfen, was da passiert ist über den Tag“. Heute beklagt er, sei das in *der* Form nicht mehr möglich (KL U5). Hier pflichten ihm seine Kollegen, ebenso wie die meisten Konstrukteure, nur insoweit bei, als die Mehrzahl von ihnen diese Art der Kontrolle via Bildschirm auch für unmöglich hält.

„Wenn man früher z.B. am Brett Teilprobleme gehabt hat, dann hat man sofort ein neues Blatt aufgespannt und dieses Teilproblem am Brett gezeichnet, auf ein Extrablatt, und hat dieses Extrablatt als zusätzliche Arbeit dargestellt. Heute ist es so, wenn ich ein Teilproblem habe – das heißt, ich spreche jetzt vom Kleinen und Großen – wenn ich ein Teilproblem habe, dann zoome ich mir dieses Teilproblem hoch, arbeite an diesem Teilproblem. Wenn ich dieses Teilproblem gelöst habe, nehme ich mir das gesamte Bild, und das gesamte Bild sieht nach 10 Stunden genauso aus wie vorher. Und jemand, der jetzt vorbeikommt und diese Problematik gar nicht erkennt, der nicht weiß, woran ich gerade gearbeitet habe, der sagt dann, 'Was haben Sie in den letzten 10 Stunden gemacht?'“ (Konstrukteur U5, S. 23).

Die wenigsten Konstruktionsleiter sehen hier allerdings ein Problem, weil sich für sie der *Gegenstand* der Kontrolle geändert hatte: Die „Zahl der gezeichneten Striche“ zu kontrollieren, bedeute eine „falsche Konzentration auf das konventionelle Zeichnen“ (KL S2). Sie sehen ihre Aufgabe vielmehr in der Kontrolle der *Ergebnisse* und der Einhaltung von *Termin- und Qualitätsvorgaben*, während sie von ihren Mitarbeitern weitgehende Eigenverantwortlichkeit verlangen (allerdings nur im engen Rahmen der vorgegebenen Aufgaben). In diesem Rahmen bestehen jedoch gravierende Differenzen innerhalb der Konstruktionsstrategien: Einige Konstruktionsleiter versuchen das Kontrollvakuum offenbar durch die Betonung sehr klarer Anforderungsdefinitionen und durch Kontrolle der Einzelergebnisse zu füllen. Sie scheinen mit dem Verlust der konventionellen Kontrollmöglichkeiten nicht sehr glücklich zu sein, betonen aber um so mehr, ihre „Pappenheimer“ zu kennen und zu wissen, wem sie „auf die Finger sehen“ müßten.

Die anderen Konstruktionsleiter vertrauen auf einen weitergesetzten Rahmen für ihre Mitarbeiter. Zwar wird die vollständige Verantwortung für die Abwicklung eines Entwicklungsauftrags nur in zwei bis drei Fällen (U4, U2, U1, je nach Interpretationsschärfe) der zuständigen Gruppe bzw. dem für die Gruppe und das Projekt verantwortlichen Projektleiter übertragen. Vor allem

die Leiter der kleineren Abteilungen setzen aber auch darauf, daß sie ohnehin ständig über den Stand der Arbeiten informiert seien (z.B. S1, N1) und daß über konstruktive oder terminliche Probleme offen kommuniziert würde (KL U2). Das wichtigste Instrument zur Aufrechterhaltung der Kontrolle und zur Wahrung des Überblicks sind nach Aussagen der Konstruktionsleiter ohnehin Besprechungen in den verschiedensten Formen, von solchen, die regelmäßig wöchentlich einberufen werden, über spontane, die nur im Problemfall zustandekommen, bis hin zu solchen, deren Häufigkeit und Intensität mit dem Projektverlauf ab- oder auch wieder zunimmt. Darin drückt sich nach unserem Eindruck die veränderte Rolle aus, die die Konstruktionsleiter sich in ihrer eigenen Tätigkeit zuschreiben: *Koordination der Projekte und Schaffung und Absicherung der Rahmenbedingungen nach innen* (Ressourcenverwaltung, Einsatz der Mitarbeiter) *wie nach außen* (bzw. „oben“). Den Mitarbeitern erwächst daraus notwendigerweise mehr Eigenverantwortung. Diese schätzen sie wohl, sehen aber durchaus auch die andere Seite der Medaille: „Die Leute haben ein bißchen mehr Freiheit und haben aber auch den Druck dann dazu“ (Konstrukteur U5, S. 23).

Der Übergang vom Medium Zeichenbrett zum Medium Bildschirm zieht in den Konstruktionsabteilungen einige weitreichende Konsequenzen nach sich. Aus den Äußerungen unserer Gesprächspartner läßt sich erkennen, daß ihnen die Problematik durchaus bewußt ist. Allerdings haben sich die wenigsten systematisch Gedanken über die erforderliche Neu- bzw. Umgestaltung der abteilungsinternen, fachlich notwendigen Kommunikation gemacht. Adhoc-Umgang mit den benannten Problemen dominiert die Szene. Um aber den realen Diskussionsbedarf der Konstrukteure und ihrer Vorgesetzten befriedigen zu können, bedarf es m.E. klarerer, weitergehender Ideen und Lösungen, wie sie sich z.B. in der Forderung des Unternehmensberaters nach eigenen Besprechungsräumen für die Konstrukteure widerspiegeln. Er verlangte damit nur eine konsequente Förderung und institutionelle Absicherung der Zeichnungsdiskussion:

„Wenn sie Teamarbeit machen, müssen sie Besprechungsräume haben und dann müssen sie sehr viel zwischendurch gemeinsam kurz besprechen, das ist (jeweils) eine Viertelstunde“ (UB, S. 6).

Wir sind jedoch der Auffassung, daß eine solche *notwendige* organisatorische Reform nur ein Teil einer weitsichtigen Gesamtlösung des Problems „Zeichnungsdiskussion“ sein kann. Die unbefriedigenden Möglichkeiten des Bildschirms als Kommunikationsmedium haben ihre Ursache auch in bisher unzulänglicher technischer und ergonomischer Gestaltung. In Kap. 5 machen wir einen Vorschlag für eine kommunikationsgerechte technisch-mediale Infrastruktur für das Konstruktionsbüro im prozeßlichen Zusammenhang der gesamten Produktentwicklung.

Systemanpassung

Die Anpassung von CAD-Software an betriebs-, produkt- und aufgabenspezifische Belange ist notwendig, weil CAD-Systeme in aller Regel als (herstellerspezifisch) standardisierte Pakete verkauft werden, die für die hochspezialisierten Anforderungen des einzelnen Betriebes nur sehr unvollkommen geeignet sind. Indem die Hersteller dazu übergegangen sind, ihre Systeme modu-

lar aufzubauen, können durch die Zusammenstellung entsprechender Module zwar relativ leicht grobe Zuschnitte zumindest auf Branchenprofile erreicht werden. Auf die Ausarbeitung und den Vertrieb solcher Branchenpakete haben sich auch zahlreiche kleinere Systemhäuser spezialisiert. Was bleibt, ist dennoch eine breite Palette speziellerer Anpassungsanforderungen, auf die in den Betrieben höchst unterschiedlich eingegangen wird (vgl. dazu ausführlich: Müller, Cords 1994). Das Ziel, mit der Systemanpassung eine Verbesserung der Produktivität und der Arbeitsergebnisse zu erreichen, läßt sich jedoch nicht durch Maßnahmen „vom grünen Tisch“ aus oder allein durch Systemspezialisten realisieren. Denn es entsteht eine große Bandbreite neuer Kooperationsanforderungen zwischen Management, Systembetreuern und Fachpersonal. Diese wollen wir im folgenden Abschnitt erläutern.

Dabei wollen wir einen kurzen Blick werfen auf die Möglichkeiten zur Anpassung der Benutzungsoberfläche, zur Erstellung von Makros und sowie zur Erstellung und Anpassung von Bibliotheken, die in den Systemen vorgesehen sind. Anschließend werden wir die Einschätzungen der von uns befragten Experten den Ergebnissen unserer betrieblichen Untersuchungen gegenüberstellen: In welchem Ausmaß und vor allem von wem werden die Anpassungsmöglichkeiten in den Betrieben tatsächlich genutzt? Die Vielzahl weiterer, vor allem auch organisatorischer Anpassungsmöglichkeiten und -notwendigkeiten, die der CAD-Einsatz mit sich bringt (z.B. Layer-Belegung, Bezeichnungs- und Klassifizierungssystematiken), kann in diesem Zusammenhang nicht weiter beachtet werden.

Benutzungsoberflächen

Am augenfälligsten erscheint zunächst die Anpassung der Benutzungsoberflächen an aufgaben- und benutzerspezifischen Bedarf. Man kann wohl sagen, daß die Anpassungsfunktionalität, die die Systeme hier anzubieten haben, den Stand der Kunst (fast) erreicht hat. Graphisch-interaktive Oberflächen sind häufig schon weitgehend frei konfigurierbar, und zwar mit relativ einfach zu handhabenden Mitteln, die es auch den Konstrukteuren selbst erlauben, sich eine ganz individuell gestaltete Oberfläche zusammenzustellen. Zum Stellenwert solcher Individualisierung konnten wir unter den Expertenmeinungen freilich keinen eindeutigen Trend ausmachen. Wir stießen auf unterschiedliche Positionen dazu, die aber, vielleicht nicht ganz zufällig, auf bemerkenswerte Weise mit der Stellung des jeweiligen Gesprächspartners im bzw. zum Betrieb einhergehen:

So wünscht sich der Konstruktionsleiter der Expertenrunde im Grunde, daß in seiner Abteilung alle Anpassungsmaßnahmen zentral koordiniert und kontrolliert werden können. Ihm ist zwar bewußt, daß der allergrößte Teil der Anpassungs- und Individualisierungsaktivitäten nur Kleinigkeiten betrifft, die die Standardoberfläche und die Systemfunktionalität nicht tangieren. Dennoch sieht er die Gefahr von Wildwuchs und ausufernder Doppelarbeit, die er unterbinden möchte, indem „man jede Aktivität melden muß und eine zentrale Stelle für die Koordination zuständig ist – das wäre denkbar“, in der Praxis aber wohl auch zu aufwendig (KL, S. 39). Er kann sich

aber ohnehin schon weitgehenden Überblick über gruppen- oder einzelorientierte aufgabenspezifische Anpassungen verschaffen, weil in seinem Betrieb entsprechend gestaltete Tablettmenüs ausschließlich von der Systembetreuung erarbeitet werden.

Unser Systembetreuer äußert sich zur Oberflächenindividualisierung noch ablehnender. Er sieht sich in der Verantwortung dafür, daß das System „läuft“ und für ihn handhabbar bleibt. Deshalb ist weitgehende Individualisierung, auch vor dem Hintergrund seiner konkreten Betriebsgröße, eher ein Schreckensbild. Für ihn bleibt eine gewisse Einheitlichkeit unumgänglich, damit er weiterhin seine zentrale Aufgabe erfüllen kann, die Konstrukteure bei der Systemhandhabung zu unterstützen:

„Was für mich eine Horrorversion gewesen wäre, das ist das XY-CAD, da kann jeder Anwender seine eigene Benutzeroberfläche machen. Aber hallo, was sollen wir denn als Supportabteilung machen? Mit 400 verschiedenen Benutzeroberflächen! Wenn der hüh sagt, sagen wir hot. Wie wollen Sie das denn machen?“ (SB, S. 34)

Eine entgegengesetzte Position vertritt dagegen der Software-Entwickler, der es sicherlich als „Außenstehender“ auch etwas einfacher mit der „Individualisierung“ hat und zudem auch von seinen eigenen Erfahrungen als Informatiker im selbstverständlichen Umgang mit der Gestaltbarkeit der Arbeitsumgebung am Computer geprägt ist. Er betont ausdrücklich, daß seine Firma die Individualisierung ganz stark befürworten würde, weil „die Motivation der Konstrukteure deutlich erhöht (wird), wenn sie sozusagen ihren Individualismus ausleben können“ (SE1, S. 40). An die Adresse von Konstruktionsleitern gewandt, kontert er deren Kontrollbedürfnis:

„Lassen Sie's – Sie gewinnen Produktivität! Und wollen Sie Ihren Machtstatus ausleben, oder wollen Sie, daß Ihre Konstruktion läuft, daß Ihre Konstruktionsabteilung produktiv ist?“ (ebd.).

Bei einer Bewertung dieser Aussagen müssen wir uns natürlich vergegenwärtigen, daß der Software-Entwickler an Klein- und Mittelbetriebe denkt, während der Systembetreuer 400 CAD-Arbeitsplätze zu betreuen hat und daß der Konstruktionsleiter in den Strukturen eines weltweit tätigen Unternehmens denkt – das macht vermutlich mehr als nur graduelle Unterschiede aus. Die Frage ist, ob sich diese Differenzierung in den Interviews mit Konstruktionsleitern- und mitarbeitern wiederfinden läßt.

Aus drei Betrieben unseres Samples (N1, S3, U3) haben wir keine Aussagen über deren Aktivitäten zur Anpassung der Oberflächen an den jeweiligen Bedarf, da dieses Thema hier bisher kaum behandelt ist. Da die Betriebe den drei verschiedenen Kategorien angehören und auch sehr unterschiedliche Größen wie auch Produktspektren haben, läßt sich daraus keine Schlußfolgerung ziehen. In den übrigen Konstruktionsabteilungen reicht die Oberflächenanpassung von der individuellen Konfigurierung der Benutzungsoberflächen, insbesondere der Anordnung der Menüs, über gruppenspezifische Standardisierungen bis hin zu produktspezifisch ausgearbeiteten Tablettmenüs, die den Konstrukteuren je nach Auftrag zur Verfügung stehen. Die Verantwortlichkeit für die Systemanpassungen liegt in den allermeisten Fällen erstaunlicherweise beim Systembetreuer, der nur in einem dieser Betriebe gleichzeitig selbst Konstrukteur ist. Zwei Abteilungen begnügen sich im wesentlichen mit der bei der Systemeinführung vom Lieferanten vor-

genommenen firmenspezifischen Anpassung, während nur in einer Firma ausdrücklich ein Teil der Konstrukteure, die sog. „Leistungsträger“, für diese Aufgabe zuständig sind. Wir ziehen aus diesen Beobachtungen vorsichtig den Schluß, daß in den von uns untersuchten Konstruktionsabteilungen den Möglichkeiten und Potentialen der Oberflächenanpassung zur Verbesserung der individuellen, aufgabenbezogenen Handlungsspielräume der Konstrukteure überraschend geringe Bedeutung zugemessen wird.

Diese Einschätzung würde auch erklären, warum die Konstrukteure selbst – auch aus deren eigener Sicht – nur in sehr geringem Maße als die eigentlich kompetenten Systembenutzer diese Art der Anpassung forcieren bzw. dabei gezielt einbezogen werden. Individualisierungen geringeren Ausmaßes ohne Auswirkungen auf die Wartbarkeit werden zwar fast überall vorgenommen und auch akzeptiert oder geduldet; sie sind nach unserer Auffassung aber kein Beweis des Gegenteils, sondern eher ein Hinweis auf möglicherweise vorhandene, aber verborgengehaltene Bedürfnisse der CAD-Benutzer/-innen nach einer viel weitergehenden anpassenden Gestaltung ihres Computerarbeitsplatzes. Diesen Bedürfnissen sollten die Betriebe ganz im Sinne des oben zitierten Software-Entwicklers – „Sie gewinnen Produktivität“ –, aber auch zwecks höherer Arbeitszufriedenheit mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden. Dazu bedarf es jedoch eines offenen, kooperativen Aushandlungsprozesses zwischen allen Beteiligten über Gegenstand und Umfang der Oberflächenanpassung (siehe hierzu auch Müller 1995, S. 62-70).

Makroprogrammierung

Die Erstellung von Befehlsmakros dient dem „Zurechtschneiden“ des Funktionsangebotes des CAD-Systems auf den betriebs- und aufgabenspezifischen Bedarf. Sie umfaßt bekanntlich die Bandbreite von der Zusammenfassung einfacher, häufig wiederkehrender Befehlsfolgen, die z.T. schon mithilfe von grafisch-interaktiven Werkzeugen möglich ist, bis hin zu Programmen zur Automatisierung komplexer Abläufe oder zur Erweiterung der Systemfunktionalität, die in systemeigenen Makrosprachen oder über Schnittstellen zu höheren Programmiersprachen (immer noch: vorwiegend Fortran und C) abgefaßt sind. Entsprechend differenziert müssen wir den Einsatz dieser Möglichkeiten in den Betrieben betrachten. Bei der Erstellung kleinerer Makros für ihre „privaten“ Zwecke – das zeigte sich zumindest in den Expertengesprächen – wird den Konstrukteuren relativ freie Hand gelassen: Das unterliegt ihrem persönlichen Verantwortungsreich. Mit zwei Einschränkungen allerdings: Auch hier darf der „Individualismus“ nicht ausufern; zudem wird es als störend empfunden, wenn die Konstrukteure „hinterher ankommen“ (beim Systembetreuer), weil ihre selbstgeschriebenen Makros nicht funktionieren.

Größere Makros sehen Konstruktionsleiter wie Systembetreuer lieber von vornherein in der Hand der zuständigen Stellen, d.h. bei der Systembetreuung oder sogar zentraler EDV. Die Mitwirkung der Konstrukteure möchten sie darauf beschränkt sehen, daß diese ihre Anregungen und Wünsche einbringen, möglichst „auf dem Dienstweg“, während über deren Realisierung als Makro ebenso wie über deren allgemeine Verbreitung jeweils die zentrale Stelle zu entscheiden

hat. Allerdings wird auch zugestanden, daß sich unter den Konstrukteuren programmiertechnisches Know-how herausbildet und mitunter „brauchbare Früchte“ trägt. Die unterliegen dann aber strengen Kontrollmechanismen:

„Er muß sich an die Richtlinien halten, (...). Wenn sein Makro fertig ist, muß er eine Dokumentation abliefern, die das Makro beschreibt, dann geht es bei uns durch die Kontrolle (...) und wenn wir es für sinnvoll halten, (...) dann machen wir das zentral und stellen dieses Makro, was er geschrieben hat, was durch die Kontrolle gegangen ist, einem größeren Anwenderkreis zur Verfügung“ (SB, S. 35).

Neben das sich hier ausdrückende Interesse an Kontrolle und Koordination tritt zudem noch die Forderung, daß Konstrukteure „nicht herumhacken, sondern produktiv sein“ sollen. Der produktivitätsförderlichen Eigeninitiative, die der Software-Entwickler in den Vordergrund stellte, werden auch hier klare Grenzen gesetzt. *Wo* diese Grenzen im Einzelnen verlaufen, hängt nach unseren Erfahrungen nicht nur von Produktivitätsbetrachtungen oder individuellem Kompetenzgeangel ab, sondern wird in hohem Maße auch beeinflusst von innerbetrieblichen sozialen Strukturen, den betrieblichen Handlungskonstellationen (Müller 1995, S. 47-61), evtl. sogar der „Betriebskultur“.

In den untersuchten Betrieben stellt sich allein schon der *Nutzungsgrad* der Systemanpassung durch Makroprogrammierung sehr unterschiedlich dar. Während die Erstellung größerer Makros in der Expertenrunde selbstverständlicher Bestandteil des gesamten Spektrums der Systemanpassung war, gehört sie demgegenüber in unseren Klein- und Mittelbetrieben eher zur Ausnahme. In einem Betrieb, bezeichnenderweise auch schon bei der Darstellung der Kooperationsformen (vgl. Abschn. 3.1) und der Oberflächenanpassung einer der „Negativfälle“ (U3), wird tatsächlich nichts zur Verbesserung, Erweiterung oder Einschränkung der Systemfunktionalität durch Makroprogrammierung getan. In einem weiteren Betrieb (U2) wurde der Anpassungsprozeß auch in dieser Hinsicht schon mit der Einführungsphase abgeschlossen und beschränkt sich daher auf Firmenspezifika, die vom damaligen Systemlieferanten eingebaut wurden. Die anderen, die Makroprogrammierung aktiv nutzenden Betriebe, beschränken sich meist auf einfaches Befehlsrecording und die Erstellung von Geometriemakros, die den Konstrukteuren in jeweils kleinem Rahmen immerhin die ermüdende Wiederholung immer gleicher Schrittfolgen abnehmen. Hier sind in fast allen Fällen die Konstrukteure zwar auch selbst miteinbezogen, in der Regel aber nur als Ideenlieferanten für die Systembetreuung. Diese nimmt als ausführende Instanz vor allem eine Ordnungs- oder Regulierungsfunktion gegen den befürchteten „Wildwuchs“ ein und entscheidet auch darüber, welche Makros der ganzen Abteilung zur Verfügung gestellt werden. Eigene Kompetenzen werden den Konstrukteuren nur in wenigen Betrieben ausdrücklich eingeräumt (S2, U1, U5), wobei dann die bereits zitierte Auffassung des Software-Entwicklers, Anpassung fördere Produktivität, geteilt wird. So erklärt der Konstruktionsleiter in S2, daß er entsprechende Aktivitäten seiner Mitarbeiter begrüße, weil sie sich nur auf diese Weise ihre Arbeitsumgebung sinnvoll einrichten können.

Nur in zwei Betrieben (U4, U5) wurden deutlich größere Anstrengungen unternommen, um mit Hilfe komplexer Eigenprogrammierungen eine weitgehende produkt- und aufgabenspezifische Anpassung der CAD-Systeme zu erreichen. Sie setzen das Anpassungsinstrumentarium in seiner ganzen Breite mit dem klaren Ziel der Produktivitätsverbesserung und der Verkürzung der Entwicklungszeiten ein. In der Firma U5 werden auf der Ebene der Gruppen (Unterabteilungen) viele Anpassungs- und Programmieraktivitäten durch die Konstrukteure in Absprache mit dem Gruppenleiter selbst vorgenommen und meist auch gruppenintern verallgemeinert. Ergebnisse dieser Ebene können über ein klar definiertes Verfahren über Abteilungsleiter und Systembetreuer auch allen Mitarbeitern zur Verfügung gestellt werden. Größere Anpassungsvorhaben werden von vornherein vom Systembetreuer in Zusammenarbeit mit der zentralen EDV durchgeführt. Die Initiative geht dabei normalerweise auch von diesen Stellen aus, indem sie beispielsweise auf neue Entwicklungen auf dem Software-Markt reagieren.

Die Firma U4 nutzt einen von ihren beiden Systembetreuern vollständig selbstgebauten firmenspezifischen Aufsatz auf ein CAD-Standardprodukt. Die Programmierung dieses Aufsatzes wird zwar als weitgehend abgeschlossen betrachtet, aber sowohl sein Zustandekommen als auch laufend vorgenommene kleine Verbesserungen und Erweiterungen beruhen auf ständigem engen Kontakt der Systembetreuer zu den Konstrukteuren. Die Konstrukteure sollten sich „in dem System wiederfinden“, so das erklärte Ziel der Technischen Leitung, d.h. der Bruch zwischen dem Arbeiten am Brett und an CAD soll möglichst gering sein – um schnell wieder produktiv sein zu können, zum anderen aber auch, um Kreativität, Motivation und Eigenverantwortlichkeit der Konstrukteure zu erhalten und zu fördern.

Dieser kurze Überblick verdeutlicht, daß in den meisten Betrieben – außer den beiden letztgenannten – die Systemanpassung durch Makroprogrammierung ebenso wie schon die Oberflächenanpassung nicht die wünschenswerte Aufmerksamkeit erfährt. Informelle Zugeständnisse an den Schaffensdrang der Mitarbeiter werden häufig wieder durch den Hang zu bürokratischen Regulierungen zurückgenommen. Aber auch hier gilt: Makroprogrammierung, die aufgabenorientiert sein und produktivitätsverbessernd wirken soll, muß von expliziten Entscheidungen der Konstruktionsleitungen getragen sein; diese Entscheidungen müssen u.a. Verfahrensregeln beinhalten, die festschreiben, welche Räume und Kompetenzen den Konstruktionsmitarbeitern bei der Ausgestaltung ihrer CAD-Systeme zugestanden werden – gewissermaßen eine formelle Absicherung notwendiger Kooperation.

Bibliotheken

Der Umgang mit Teile- und Normenbibliotheken erweist sich in vielen Betrieben als eine Achillesferse der produktiven CAD-Nutzung. In der betriebs- und produktbezogenen Standardisierung von Bauteilen und Konstruktionslösungen liegt ein ungeheures Potential für eine rationellere Nutzung der CAD-Systeme und damit auch für die Verkürzung der Konstruktionszeiten – es wird in den Betrieben jedoch vielzuwenig genutzt! Von unseren Experten wird dieses Potential

dagegen klar gesehen: „Enorme Reduktionen“ ließen sich erzielen, meint der Software-Entwickler, „gerade jetzt, wo es langsam aber sicher über DIN-Schraublein hinausgeht, wo man (...) Hydraulikzylinder, Motoren und ganze Aggregate als Normteilkatalog kaufen kann“ (SE1, S. 44).

Firmeneigene Normenbibliotheken kommen in der Regel zustande, indem Bibliotheken von externen Anbietern gekauft und gegebenenfalls auf das betriebsnotwendige Maß reduziert werden. Dem Unternehmensberater zufolge ist zunächst einmal wichtig, daß überhaupt „so etwas wie eine Firmennorm da ist, und sei es nur, daß man die DIN auf die firmenspezifischen Belange reduziert hat“. Er verlangt aber von „sehr gut organisierten Unternehmen“ darüber hinaus die Einarbeitung firmenspezifischer Elemente, so daß „richtig dicke Normenkataloge“ entstehen, die dann auch regelmäßig überarbeitet werden müssen (vgl. UB, S. 9).

Daneben spielt die Erstellung produktspezifischer Teilebibliotheken eine bedeutende Rolle, besonders im Anlagenbau und überall dort, wo das Produktspektrum wenigstens in Teilbereichen baukastenartig modularisiert werden kann. So sind zum Beispiel für die Konstruktion einer Förderanlage (U4) die Schienenstücke standardisiert und als Symbole im CAD-System hinterlegt worden, so daß sie bei Bedarf wie die Schienen einer Modelleisenbahn zusammengefügt werden können. Nur bei Ausnahmeproblemen, etwa bei besonderen Kurvenverläufen, müssen Schienenstücke neukonstruiert bzw. durch Variation aus bestehenden Stücken abgeleitet werden. Den Worten des Konstruktionsleiters zufolge begrüßen die Konstrukteure in diesem Zusammenhang vor allem, daß aufwendige und ewig wiederkehrende Auslegungsberechnungen vom System automatisch durchgeführt werden. Im Anlagenbau diesen Typs kommen die Bibliotheken meistens dadurch zustande, daß in einer einmaligen Anstrengung die Standardisierung durchgeführt und als Symbol- oder Teilebibliothek im CAD-System verfügbar gemacht wird. In anderen Fällen entwickeln sich die Bibliotheken erst mit dem Gebrauch des Systems, indem relevante Teile dann, wenn sie neukonstruiert und für „standardisierungswürdig“ befunden werden, in der Bibliothek abgelegt und damit für jedermann zugänglich gemacht werden.

Gängige Bibliothekssysteme sind aber offenbar noch nicht optimal auf die tatsächlichen Erfordernisse zugeschnitten, wie der Software-Entwickler unserer Expertenrunde an einem Beispiel zu verdeutlichen weiß: Man habe schon sehr früh im Entwurfsstadium einer Maschine bestimmte Grundanforderungen beispielsweise an ein Kugellager, dessen Typ man wohl schon festlegen könne, seine konkrete Ausprägung aber noch nicht. Dennoch sei es wichtig, diese Information schon so früh im System festzuhalten und weiterzugeben, etwa an die Arbeitsvorbereitung, damit die z.B. schon erkunden kann, was zu dieser Anforderung auf dem Markt zu haben ist⁷:

„Und erst dann, wenn Sie eigentlich diese Informationen haben und geguckt haben, welches gibt's denn da im Angebot, dann erst können Sie in der konkreten Konstruktion auch wirklich ein konkretes solches Kugellager

⁷ Eine wesentliche Voraussetzung für die frühzeitige Verbreitung von Informationen und für die Parallelisierung einzelner Arbeitsschritte – wir werden in Kap. 4 darauf zurückkommen.

einsetzen – und nicht eben, wie es jetzige CAD-Systeme oder jetzige CAD-Arbeit oft vorschreiben: der Konstrukteur stellt fest: aha, ich brauche ein solches Kugellager, nimmt ein ganz konkretes, das er halt jetzt zufällig da aus seinem Katalog hat, konstruiert es darein, dann geht es in die Produktion, in die Arbeitsvorbereitung, und die gucken dann drauf und sagen: was ist denn DAS?!, und überlegen sich, das müßte eigentlich ein ganz anderes sein, und schon hat man einen Iterationszyklus mehr als notwendig“ (SE1, S. 13).

Der Software-Entwickler räumt ein, daß die gängigen Bibliotheksmodule der CAD-Anbieter noch „um Größenordnungen“ besser zu gestalten seien, um Benutzungsprobleme bei Zusammenstellung und Handhabung von Katalogen zu lösen. Ihm schwebt dabei insbesondere vor, die Bibliotheken nach „gehaltvolleren Kriterien“ zu organisieren und die Handhabung zu optimieren, damit am Ende der Anwender die Zusammenstellung, Anpassung und Verfeinerung von Katalogen für bestimmte Aufgabenstellungen nach eigenen Kriterien selber machen kann; und sei es, um „die Hälfte der Kugellager wieder rauszuschmeißen und dafür von einem anderen Hersteller ein spezielles reinzunehmen und dergleichen, um einfach dann auch den Auswahlaufwand zu reduzieren“ (SE1, S. 43f).

Zusammenstellung, Anpassung und Verfeinerung von Katalogen sind die Hauptprobleme auf der Seite der betrieblichen Anwendung von Teile- und Normenbibliotheken. An dem folgenden Beispiel wird deutlich, daß die tatsächliche Nutzung einer Bibliothek letztlich an dem Aufwand scheitern kann, der für ihre inhaltliche *Füllung* zu betreiben ist – trotz der Erfüllung aller sonstigen Voraussetzungen:

„Eine Teilebank haben wir jetzt seit Anfang des Jahres gekauft – leider, muß ich sagen, wird sie nicht genutzt, bislang noch nicht, weil keiner bislang die Zeit dazu hatte, dort die Daten einzuspielen. Wir haben uns von verschiedenen Herstellern Unterlagen besorgt, d.h. Normteile auf CAD, wir haben von Firmen Spanneinheiten und sonstiges, alles jetzt auf CAD; es ist nur halt noch nicht über die Datenbank verfügbar. D.h., ich muß natürlich erstmal alles dort einspielen, die Daten hinterlegen, Sachmerkmalleisten, alles eingeben usw., bevor da überhaupt einer rankann. Nur es ist halt keiner da, der das macht. Zeitaufwand ist natürlich dabei, klar, aber es wäre natürlich klar von Vorteil, wenn man da später drauf zugreifen kann“ (SB U1, S. 9)

Die Firmen müssen einen enormen Aufwand an Zeit und Geld betreiben, wenn sie ihre Bibliotheken in systematischer Weise für die CAD-gestützte Konstruktion verfügbar machen wollen. Der Unternehmensberater fordert von den Firmen dringend, diesen Aufwand zu leisten, weil CAD nur produktiv zu nutzen sei, wenn die Normenkataloge, die im Laufe der Jahre einen beträchtlichen Umfang angenommen haben können, aktualisiert und CAD-gerecht verfügbar gemacht werden. Er schildert als „Idealfall“ einen Betrieb, der die Notwendigkeit einer systematischen Herangehensweise rechtzeitig erkannt hat und bereit war, einen entsprechenden Auftrag extern zu vergeben:

„Da hat dieses Unternehmen etwa ein dreiviertel Mannjahr nach draußen gegeben, das ist rechtzeitig begonnen worden, so daß mit Start, mit dem roten Knopfdruck erste Normen verfügbar waren und im Laufe des nächsten Vierteljahres dann der Rest nachgeschoben worden ist. Das ist der Idealfall“ (UB, S. 9/10).

Es ist zu befürchten, daß gerade kleine und mittlere Betriebe solche aufwendigen Verfahren scheuen, weil in Boom-Zeiten der Zeitrahmen, in der jetzigen Krise schon der Kostenrahmen zu eng ist, um komplizierte Aufgaben anzugehen, deren günstige Ergebnisse erst in einer mittel-

fristigen Perspektive erkennbar sein werden: „Es muß ja bezahlt werden, es muß finanziert werden, es muß sich rentieren“ (KL, S. 36).

Die Zuständigkeit für die Einführung und Pflege von Normteibibliotheken wird meist bei einer zentralen Instanz angesiedelt. Der Konstruktionsleiter unserer Expertenrunde erwartet von seiner Systembetreuung die Initiative zur Beschaffung der Bibliotheken, deren Bearbeitung und der Information der Konstruktion (vgl. KL, S. 35), während in anderen Betrieben, wie eben gehört, die entsprechenden Aufgaben an einen externen Auftragnehmer abgegeben werden. Die Einbeziehung von Konstrukteurswissen wird an dieser Stelle offenbar nicht als notwendig erachtet.

Das wird, wenigstens zum Teil, anders gesehen im Hinblick auf die Erstellung und Pflege von Teilebibliotheken. Zumindest der Anstoß für produktspezifische Anpassungen soll nach Auffassung des schon zitierten Konstruktionsleiters von den Konstrukteuren kommen:

Wenn „die erkannt haben, Mensch, da könnten wir vielleicht ein Bauteil draus ziehen, indem wir bestimmte Funktionalitäten des CAD-Systems nutzen, das Ganze automatisieren können, dann treten die an (die Systembetreuung) heran, und wir versuchen dann gemeinsam halt, das optimal hinzustellen“ (KL, S. 23).

Damit entsteht für produkt- und aufgabenspezifische Bibliotheken jedoch ein hoher zusätzlicher Klärungs- und Abstimmungsaufwand zwischen allen Beteiligten: Die Initiative für produktspezifische Ergänzungen soll zwar, so wünscht sich der Konstruktionsleiter, von den Konstrukteuren ausgehen, weil sie Handlungsbedarf oder -möglichkeit am besten erkennen können. Dann aber soll die Idee mit Gruppen- und Abteilungsleiter abgestimmt werden, bevor sie endlich von der Systembetreuung in Zusammenarbeit mit den anderen realisiert werden kann (vgl. KL, S. 35). Daß die Einbeziehung des Erfahrungswissens der Konstrukteure keine simple, einmalige Aktion ist, aber dafür auch unmittelbaren Nutzen bringt, verdeutlicht der Consulting-Mitarbeiter:

„Ich finde, das muß immer ein Prozeß sein, der gemeinsam abgesprochen wird, weil da Erfahrungswerte von da, von da, von da einfließen, und die sollte man zusammennehmen, um eben ein Optimum rauszuholen“ (SE2, S. 4).

„Von da, von da, von da“ meint Konstrukteure, Konstruktionsleiter und Systembetreuer, kann aber auch weitere Mitarbeiter einbeziehen, z.B. aus den fertigungsnahen Bereichen, um auf diesem Wege das fertigungsgerechte Konstruieren durch geeignete Standardisierungen zu fördern.

Angesichts der bisher geschilderten mannigfaltigen Probleme, die die Erstellung, Anpassung, Pflege und Nutzung von Teile- und Normenbibliotheken mit sich bringen (können), ist es nicht weiter verwunderlich, daß wir in den untersuchten Betrieben – gemessen an den Möglichkeiten – nur auf *rudimentäre Nutzungsformen* stießen. Zwei Betriebe (N2, N3), die zu den Dienstleistern gehören, verzichten ganz auf eigene Bibliotheken und beschränken sich auf die Nutzung dessen, was ihre (großindustriellen) Auftraggeber ihnen – verpflichtend – zur Verfügung stellen. N3 läßt immerhin noch gelegentliche kleinere Modifizierungen von einem Mitarbeiter durchführen. Vier weitere Konstruktionsabteilungen (S1, S2, S3, U2) nutzen zugekaufte Normteil- oder branchenspezifische Bibliotheken in nahezu unveränderter Form, während bei U1 die Verfügbarkeit und Nutzbarkeit der Bibliotheken, wie oben in einem Beispiel erwähnt, noch nicht gegeben ist. Eini-

ge Konstruktionsleiter begründen das Fehlen von Bibliotheken damit, daß sich der Einsatz und Aufwand wegen des Produktspektrums nicht lohne. Dem hält ein Konstrukteur den vielfältigen Nutzen für die konstruktive Arbeit entgegen:

„Der Symbolkatalog entsteht eigentlich aus der Faulheit des Konstrukteurs. Das ist ja heute eben der Vorteil des CAD-Systems. ... Unsere Linearroboter sind immer wieder das gleiche, d.h. Serienprodukte. ... und was das CAD-System ja eigentlich interessant macht: wenn ich viele Dinge habe, die ich nur zusammenschiebe, und ich konstruiere was draus. Früher ist es so gewesen: ich muß eine Aufgabe erledigen, einen Hebel machen. Dann habe ich da das Lager hingemalt, habe meinen Hebel gemalt, da, wo ich hinmuß, und habe dann den Motor auch schon da hingemalt. So, jetzt habe ich festgestellt, das Gestell war da im Weg, das paßt irgendwo nicht. Da habe ich als fauler Konstrukteur gesagt, bevor ich den Motor da ummale, weil das jetzt nicht paßt, da mache ich in das Gestell so einen kleinen Haken rein, und dann paßt das auch, und das war einfacher für mich. Heute mit CAD würde ich da gar nicht mehr einen Gedanken dran verschwenden, weil ich da einfach sagen würde, nimm den Motor, pack den fünf Millimeter runter, und dann war's das. So ist die Konstruktion eigentlich völlig gewandelt worden. Das heißt, früher hat man, ich sag' mal, um das Bauteil mehr oder weniger umzubauen – je nachdem, wo man sich entschieden hat, was hinzumalen, da hat man's auch gelassen. Wenn irgendwas dazu kommt, hat man komplizierte Dinge gemacht, um da halt das auch unterzubringen. Heute in CAD ist das anders. Da sage ich, ich brauche das Lager, ich brauche den Motor, ich brauche den Zylinder, ich brauche dieses und dieses, stelle mir das zusammen, und jetzt schiebe ich das solange hin, bis es eben optimal paßt. Daher werden auch die Bauteile, die ich dazu baue, relativ einfach, oder einfacher. Und, was dazu eigentlich noch kommt, daß man eigentlich weniger Fehler macht, bei Sachen, die z.B. schwenken oder sich bewegen. Beim CAD ist es viel einfacher, mal eben zu sagen, fahr das mal aus und guck, was ist da im Wege. ... Das kostet sonst alles Zeit und ist arbeitsintensiv“ (Konstrukteur U2, S. 9).

Angesichts der hier genannten Vorteile liegt es auf der Hand, daß in unserem Untersuchungsspektrum die Anlagenbauer bei der Nutzung von Bibliotheken vergleichsweise weit fortgeschritten sind, weil sie ihre Produkte, zumindest die Basisanlagen, relativ leicht standardisieren und modularisieren können. Drei von lediglich vier „Fortgeschrittenen“, die wir unter unseren Betrieben vorfanden, sind Anlagenbauer (U4, U5, N1), während der vierte (U2/Su), wie eben vom Konstrukteur berichtet, die Möglichkeiten besonders in seiner baukastenorientierten Serien- bzw. Anpaßfertigung nutzt. In diesen Fällen wurden entweder gekaufte Standardbibliotheken hochgradig an firmen- und produktspezifische Besonderheiten angepaßt (U5) oder auf ganz eigene Kreationen gesetzt, die der firmeninternen Standardisierung dienen (N1, U2, U4).

Fast alle Bibliotheken nutzende Betriebe setzen bei Pflege und Erweiterung eher auf klare Verantwortlichkeiten: Die Systembetreuer, in einem Falle auch die zentrale EDV, sind zuständig, während Konstrukteuren und Technischen Zeichner/-innen lediglich eine Zuarbeiterfunktion zugebilligt wird. Weitergehende Einbeziehung oder gar Zuweisung eigener, etwa gruppenbezogener Kompetenzen an die Mitarbeiter bei der Bearbeitung von Bibliotheken wird von den Vorgesetzten meist mit dem Argument des Zeit- und Einarbeitungsaufwands zurückgewiesen, während die Konstrukteure selbst sich vielfach eher indifferent verhalten und ihre vage geäußerten Vorstellungen, es könnte ja vielleicht doch etwas nützen, offenbar nicht in klare Forderungen umsetzen. Diese Ergebnisse bestätigen die einige Jahre vorher durchgeführte Studie von Cords und Müller (1993).

Die weitestgehende Praxis verfolgen in dieser Hinsicht die Betriebe N1, U4 und U2. Bei diesen ist die Einbeziehung der Konstruktionsmitarbeiter zwar nicht formal geregelt, aber dennoch gängige Praxis. Die Gemeinsamkeit in diesen Fällen besteht darin, daß die Systembetreuer – die nach wie vor formal zuständig bleiben – ehemalige oder noch aktive Konstrukteure bzw. Technische Zeichner sind. Auf diese Weise können offenbar drei Vorteile realisiert werden: Erstens, die Systembetreuer kennen die Aufgabenstellungen und Bedürfnisse ihrer Konstrukteurskollegen aus erster Hand, zweitens, deshalb ist ihnen eine enge Abstimmung auch ohne organisatorische Formalismen selbstverständlich, drittens, die Verständigung zwischen Konstrukteuren und Systembetreuern funktioniert relativ problemlos.

Aber lediglich im Betrieb U4 können diese Vorteile aufgrund einer ausdrücklichen Managemententscheidung genutzt werden. Die beiden anderen Firmen sind lediglich gute Beispiele (aber auch nicht weniger!) für die in Kap. 2 beschriebenen „irgendwie“ gewachsenen kooperationsfreundlicheren betrieblichen Strukturen. Weil diese Strukturen relativ spontan und unreflektiert entstanden sind, besteht auch kaum die Chance, sie gezielt einzusetzen, um beispielsweise die Anforderungen eines rationell gestalteten Bibliothekswesens in kooperativer Weise besser bewältigen zu können.

Ergebnis

Unser Gesamteindruck von der Praxis betrieblicher CAD-Anpassung bei unseren Gesprächspartnern ist, daß die Anpassungsaufgaben eher defensiv angegangen werden. Es bestätigte sich ein Ergebnis einer früheren Studie: Die Systembetreuer bemühen sich zwar um eine Zusammenarbeit mit den Konstrukteuren; aber mit dem Hinweis auf ein drohendes Chaos im System, auf Probleme mit der Datensicherheit und der Betreuung fördern sie eine gezielte, organisatorisch abgestützte Einbindung des Produkt- und Prozeßwissens der Konstrukteure nicht (vgl. Cords, Müller 1993). Die Forderung nach einem den Konstrukteuren „bewußt gewährten zeitlichen Freiraum (...) für deren Beteiligung an Anpassungsarbeiten“ (ebd.) fanden wir ebensowenig erfüllt wie den Vorschlag, den Konflikt zwischen Anpassungen an Standardisierungsforderungen einerseits und an Individualisierungsbestrebungen andererseits zum Gegenstand eines offenen Aushandlungsprozesses zu machen (ebd.).

Dies ist aber dringend notwendig, weil die verschiedenen beteiligten Berufsgruppen – Konstrukteure, Systembetreuer, mittleres Management – nicht in der Lage sind, mit ihren jeweils eigenen Qualifikationen allein zu optimal angepaßten Systemen zu kommen: Aus der Einsicht, daß nicht jeder alles (wissen) kann, muß versucht werden, „über eine *kommunikative Vermittlung* des individuell differierenden Qualifikationspotentials die Gesamtaufgabenerfüllung einer Organisationseinheit sicherzustellen“ (Paetau 1991, S. 263). In Anlehnung an Paetau (ebd.) betrachten wir daher die Systemanpassung als kontinuierliche, kooperative Modifizierungsaufgabe.

Modellieren statt Zeichnen

Der Übergang von zweidimensionalen *Zeichensystemen* zu dreidimensionalen *Volumenmodellieren* wird in der Literatur (z.B. Krause u.a. 1994) vor allem damit begründet, daß zwei der grundlegenden Zielsetzungen, unter denen CAD-Systeme in der Regel eingeführt werden, leichter erreicht werden können: nämlich die Verbesserung der Produktqualität durch Verbesserung der Fertigungsunterlagen sowie die *Verbesserung des Informationsstandes für alle Prozeßbeteiligten*. Vor allem letzteres, mit dem 3D-CAD-Modell als informationstechnische Basis für ein durchgängig verfügbares Produktdatenmodell, soll die Grundlage für die notwendige Kooperation in allen Phasen des Produktentwicklungsprozesses bilden.

Auch die befragten Experten teilen im wesentlichen diese Einschätzung und betonen mit vielfältigen Argumenten die Notwendigkeit des Schrittes von 2D- zu 3D-CAD. Der Consultant vertritt beispielsweise die Auffassung, daß sich allein der Zweck der Konstrukteursarbeit mit dem Einsatz von 3D-CAD schon gravierend verändern würde. Danach werden CAD-Systeme häufig völlig falsch eingesetzt: Nicht schnelleres Zeichnen, sondern die Modellierung durchgängig verfügbarer Produktdaten müsse das Ziel sein: „CAD soll Daten erzeugen ... Sie wollen Modelldaten haben

(... , und diese) müssen irgendjemandem zur Verfügung gestellt werden, am besten elektronisch, (z.B.) dem Mann in der Werkstatt“ (SE2). Zugunsten durchgängig verfügbarer Daten müsse durchaus in Kauf genommen werden, daß man für die erste Zeichnung („sprich: Modellieren“) im 3D-System sogar mehr Zeit benötige als am herkömmlichen Zeichenbrett.

Die 3D-Modellierer werfen aber auch erhebliche neue Probleme für die Konstrukteure auf, weil sie ihre Arbeitsweise völlig verändern müssen und teilweise unmittelbar auch ihre Kooperationsfähigkeit tangiert ist. Zunächst schwärmen die Experten natürlich, daß der Konstrukteur jetzt arbeiten könne, wie er denke: Er kann das Modell, das er sich im Kopfe vorstellt, „direkt“ am Bildschirm umsetzen und daraus dann alles weitere an technischen Konkretisierungen und Detaillierungen ableiten. Am Brett und auch noch am 2D-CAD sei er dagegen gezwungen, bei der Umsetzung des Bildes im Kopf in eine technische Zeichnung äußerst schwierige Abstraktionsschritte zu vollziehen, ebenso bei der gedanklichen Umsetzung solch einer Zeichnung in das fertige Produkt. Dazu der Systembetreuer:

„Ja, er muß auch anders denken. Er muß ganz anders denken, denn Sie haben keine Trennung zwischen Geometriebeschreibung, also dem Erzeugen mit einem 2D-System, und der Bemaßung, der Dimensionierung, also wenn Sie Maße an diese Geometrie heften: Sie können es nicht trennen. Der Konstrukteur baut diese Tasse – was macht er: er zeichnet die Ansicht hier und macht da gleich eine Dimension draus. In 3D ist es ganz anders. Er macht sich einen Rotationskörper, macht irgendwelche, vielleicht Boolesche Operationen, oder er macht es parametrisch, und wenn er völlig fertig ist, wenn er geklärt hat, ob dieses Teil in den Gesamtverbund aller Konstruktionen paßt, ob es nicht irgendwo klemmt, dann sagt er, jetzt mach ich die Bauunterlagen. Dann macht er die Dimension, und zwar automatisch. Die Bauunterlagen, das, was wir als Bauunterlagen, als Stück Papier kennen, ist in der 3D-Konstruktion nur ein Abfallprodukt, auf das wir langfristig verzichten werden.

F.: Er ist also Modellbauer, zumindest am Bildschirm? Und etwas anderes tut er in 2D im Kopf ja auch nicht.

A.: Er macht das doch im Kopf, er modelliert das Teil doch im Kopf, er muß es auf eine 2D-Ebene klappen. Das ist ja die Schwierigkeit, um so eine Konstruktion hinzukriegen. Aber in Zukunft ist es eben halt anders. Das was er im Kopf macht, kann er im Bildschirm machen. Und dieses Hilfsmittel unterstützt ihn dabei“ (SB, S. 26).

Die gedanklichen Zwischenschritte fallen also fort – diese sind allerdings bisher ein elementarer Bestandteil der beruflichen Erfahrung und Qualifikation eines jeden Konstrukteurs. Im Mittelpunkt seiner Tätigkeit steht die Konstruktionszeichnung, deren Eigenschaften und Bearbeitungsmöglichkeiten aus der langen Tradition am Brett gut bekannt sind. 2D-CAD als „elektronisches Zeichnen“ erzeugt zunächst nur einen „dummen Strichhaufen“ (SE1) und bringt durch zusätzliche Funktionalitäten wie automatisches Schraffieren oder assoziative Bemaßungen eine *Erweiterung* der Eigenschaften der Zeichnung und der Möglichkeiten ihrer Bearbeitung. Die Probleme im betrieblichen Einsatz hängen „lediglich“ mit der Handhabung der Technik oder mit der Verwaltung der neuen Datenflut zusammen, ein prinzipielles Umdenken im Konstrukteurshandeln ist noch nicht erforderlich. Noch einmal der Systembetreuer als Zeuge:

„Früher war das so, daß sie vor dem Zeichnungsbrett gestanden haben und eine Zeichnung gemacht haben. Dann haben wir das so gemacht, wir haben das Zeichenbrett rausgenommen aus dem Konstruktionsbüro und einen Bildschirm hingesetzt, und wir haben dem Konstrukteur gesagt, ihr müßt jetzt nicht mehr mit eurem Wagen darüber fahren, sondern ihr habt jetzt eine Tastatur. Mehr, das hört sich ganz übel an, ist es auch nicht, mehr hat sich nicht geändert. Hat sich nicht! Denn mit den Informationen, die der Konstrukteur in das System eingebracht hat, werden Zeichnungen gemacht. Mehr nicht. Und die Fertigung setzt nur ein bißchen auf dem Datenmodell auf. Alle anderen können im Grunde genommen mehr oder weniger genauso schlecht arbeiten wie vorher. Also ein großer Schritt war das nicht. Setzen Sie jetzt 3D ein, das ist etwas völlig anderes. Vollkommen anders. Sie arbeiten ganz anders“ (SB, S. 25).

Mit dieser Beschreibung des Bruchs in der Arbeitsweise zwischen 2D- und 3D-Systemen wollen wir real existierende, mitunter heftige Probleme einzelner Betriebe und Konstrukteure im Umgang mit 2D-Systemen nicht verharmlosen; der Übergang vom „elektronischen Zeichnen“ zum dreidimensionalen „Modellieren“ scheint uns aber wegen der vielschichtigen Wirkungen viel gravierender zu sein:

- Erstens steht, wie oben angedeutet, das *Modell* im Mittelpunkt. Es sind „photorealistische“ Visualisierungen eines Modells schon im Entwurfsstadium möglich, noch bevor eine einzige Konstruktionszeichnung angefertigt wurde. Verschiedene Ansichten und Schnitte können weitgehend automatisiert aus dem Modell abgeleitet werden, so daß der Zweck der eigentlichen Zeichentätigkeit tendenziell vom Konstruieren zum Detaillieren sich verlagert. Dafür aber sind die Konstrukteure eigentlich überqualifiziert, während mit dem Modellieren manch einer seine liebe Not haben wird, „eine ganz andere Arbeitsweise als die, die er gewohnt ist“ (SB).
- Zweitens werden mit dem Modell die Daten erzeugt, die für die am Projekt beteiligten Kollegen ebenso wie für die vor- und nachgelagerten Bereiche die verbindliche Informationsgrundlage darstellen. Diese Datengrundlage gilt immerhin als Voraussetzung, als das entscheidende Bindeglied für die engere Verzahnung und Parallelisierung innerhalb wie außer-

halb der Konstruktion. Mit der heutigen Vorgehensweise kann diese Voraussetzung offenbar noch nicht erfüllt werden; der Systembetreuer berichtet vom Gegenteil:

„Der wesentliche Aspekt ist der: Die Fertigung bekommt nun diese Zeichnung und kann im Grunde genommen nicht wahnsinnig viel damit anfangen. Das erste, was sie tun, (...) sie konstruieren sich auch die Geometrie noch einmal in ihren Rechner. Stellt die Fertigung dann einen geometrischen Fehler in der Zeichnung fest, das heißt, die Zeichnung paßt gar nicht zusammen – (...) die Ansichten sind ja nicht assoziativ verknüpft in dem CAD-System, was wir heute haben – so, das heißt, die Fertigung beginnt das freigegebene Modell zu ändern, weil sie weiß, das geht gar nicht, so kann ich das nicht fertigen. Würde der Fertiger dem Konstrukteur sagen, dein Modell ist aber falsch, würde das viel zu lange dauern, weil der Konstrukteur dann die freigegebene Zeichnung ändern und diese ganze (Freigabe-) Prozedur in Gang setzen müßte. Der Fertiger ändert das selber, ohne dem Konstrukteur ein feedback zu machen. Das Produkt ist richtig, wird richtig eingebaut, aber hat nichts mehr mit der Bauunterlage zu tun. Es sind ja nicht gravierende Sachen, aber ...“ (SB, S. 27 f).

Modell und Produkt stimmen nach diesem Procedere also nicht mehr überein. Das interviewte Betriebsratsmitglied benennt ein Folgeproblem: Die Konstrukteure liefern beim nächsten Mal dieselben Fehler ab, weil sie von der Kluft zwischen Zeichnung und Realität nichts erfahren haben. Wenn dagegen alle auf demselben Datenmodell arbeiten würden, wären zumindest die technischen Voraussetzungen da, um mit zusätzlichen organisatorischen Maßnahmen die genannten Probleme bewältigen zu können.

Weil ein wesentlicher Aspekt des Modellierens die Datenerzeugung sein wird, wird die Konstrukteurstätigkeit hier notwendigerweise um eine neue Dimension erweitert: Neben den Entwurf von Funktion und Form tritt der Entwurf des informationellen Modells, so daß der Konstrukteur noch mehr als bisher ins Zentrum des dichter werdenden Kooperationsgeflechts im Produktentwicklungsprozeß rückt.

- Drittens könnten sich künftig durch die Verdichtung, Verzahnung und Parallelisierung bisher unterschiedlicher (Teil-)Tätigkeiten die Qualifikationsprofile der Beteiligten verändern: So werden z.B. durch FEM-Module komplexe Berechnungen, wenigstens zum Teil, vom Berechnungsingenieur auf den Konstrukteur übertragen, und wenn sie einst alle beieinandersitzen, wie es unserem Systembetreuer vorschwebt (siehe Kap. 3.1), dann werden allmählich ihre Arbeitsbereiche sich immer mehr überschneiden und miteinander verwachsen.
- Und viertens schließlich muß, wie sich aus dem Gesagten zwangsläufig ergibt, das Konstruktionsbüro selbst auf die neuen Herausforderungen organisatorisch eingestellt werden:

„Ja, es ist eine völlige Verlagerung. Was nicht geht, ist: wir nehmen unsere Organisation jetzt, mit der wir jahrelang gut gearbeitet haben, kaufen ein 3D-Produkt, schmeißen dieses neue 3D-Tool in die Konstruktionsbüros und sagen, so jetzt macht mal. Es wird sich alles ändern. Mit diesem Produkt wird sich alles ändern. (...) Es ist so, wir haben eine Struktur, die sich dem Einsatz von CAD im Grunde genommen angepaßt hat. (...) Setzen Sie jetzt ein neues Produkt ein, ein neues Programm, (...) dann muß man auch sagen, ok, das paßt jetzt nicht mehr in unsere Struktur, das Produkt können wir nicht ändern, ändern wir unsere Struktur“ (SB, S. 25).

Da aber nur in wenigen Betrieben um die Einführung eines CAD-Systems soviel Aufhebens gemacht wird, ist zu befürchten, daß allzu oft der Zusammenhang zwischen der organisatorischen

Struktur und dem neuen „Medium“ 3D-Modellierer nicht im Blickfeld der Verantwortlichen liegt. Die Folge: Weder können die Systeme optimal genutzt werden, noch können die Konstrukteure deren kooperationsförderliches Potential ausloten.

Wir haben gezeigt, welche weitgehende Implikationen die eingangs zitierte Aussage, „CAD soll Daten erzeugen“, auf den gesamten Konstruktionsprozeß, auch auf die kooperationsrelevanten Anteile der Konstruktorsarbeit haben kann. Schauen wir nun, wie die von uns befragten Konstruktionsleiter und -mitarbeiter diese Problematik auf dem Hintergrund ihrer betrieblichen Realität sehen.

Im Gegensatz zu den weitreichenden Perspektiven, die sich in der Expertenbefragung auftaten, mußten wir in den untersuchten Betrieben feststellen, daß die CAD-Nutzer/-innen *alle* ausschließlich oder fast ausschließlich mit 2D-Werkzeugen arbeiten. In zwei Konstruktionsabteilungen (S2 und S3) werden einige prüfende Tätigkeiten wie Kollisionsbetrachtungen und Einbauuntersuchungen gelegentlich mithilfe von 3D-Funktionalitäten vorgenommen. Ein Betrieb (N3) arbeitet teilweise mit Drahtgittermodellen und setzt 3D nur in seinem Produktbereich Schiffbau ein. Hier haben wir wieder den Fall eines Dienstleisters, der sich auch in der Wahl der Arbeitsmittel an seinen Auftraggebern zu orientieren hat. Ähnlich ist die Situation bei N1, der eigentlich ebenfalls nur mit 2D-Systemen arbeitet, von seinen Auftraggebern, hauptsächlich Architekten (Gebäudetechnik!), aber mehr und mehr gedrängt wird, zumindest 3D-kompatible Ergebnisse abzuliefern. Der Anlagenbauer U4 hat bisher lediglich den Bereich Anlagenkonstruktion mit 2-dimensionalem CAD durchgeführt und plant nun für die nächste Zukunft, seine *Bauteile*konstruktion ebenfalls auf CAD umzustellen und dort dann von Anfang an dreidimensional zu arbeiten.

Eine derartige Diskrepanz zwischen „Soll“ (=Expertenurteil) und „Ist“ (Ausstattung in den Betrieben) wirft natürlich die Frage nach ihren Ursachen auf. Drei mögliche Antworten bieten sich an: Erstens, Anschaffung neuer CAD-Systeme plus notwendiger Schulung und Einarbeitung der Mitarbeiter bringen für kleinere Betriebe zu hohe Kosten mit sich; zweitens, die Produkte der untersuchten Firmen sind von einem relativ geringen Komplexitätsgrad, der keine höheren Anforderungen als die mit 2D-Systemen zu bewältigenden stellt; drittens, die Verantwortlichen in den Konstruktionsabteilungen, nämlich Konstruktionsleiter und Systembetreuer, „trauen sich nicht“ an die neue Technik heran. Wir haben in den Interviews alle drei Antworten erhalten. Dabei waren erstaunliche Differenzen innerhalb einzelner Konstruktionsabteilungen festzustellen – vielleicht sind die Antworten 1 und 2 in einigen Fällen nur „vorgeschobene“ Behauptungen, um die Antwort 3 – uns gegenüber – nicht geben zu müssen.

Die häufigste Antwort der Konstruktionsleiter auf die Frage „2D oder 3D?“ lautete: „2D reicht (für unsere Zwecke)“. Wir haben jedoch in manchen Fällen Anlaß dazu, diese Behauptung anzuzweifeln und andere Beweggründe dahinter zu vermuten. Der Konstruktionsleiter des Betriebs N1 (Gebäudetechnik) betont beispielsweise mehrfach, daß 2D-CAD für seine Ingenieure völlig

ausreiche, um auch die Dreidimensionalität der zu entwerfenden Anlagen zu beurteilen, zu „sehen“. Nur für „Nichttechniker“ wie Architekten und Bauherren brauche man letztlich wohl doch 3D:

„F: Diese Installationen in einem Gebäude sind ja dreidimensional. Da gibt es ja Steigleitungen und Waagerechten, und dann zweigt das so ab und so. Das kann ein Ingenieur alles auf 2D so sehen, oder heißt es, es reicht zur Not, und er kann sich damit behelfen?

A: Der Planer kann das richtig sehen, er sieht das auch. Bloß die Leute, die nicht aus der Technik kommen, die sehen das nicht so.

F: Aber für Sie ist das kein Manko, sich das in 2D vorzustellen, Sie sehen das?

A: Ich sehe das, ja, wir sehen das gut. Wir brauchen das nicht unbedingt, für die Haustechnik braucht man das nicht. Aber ich muß das wieder von der praktischen Seite sehen. Wenn ich richtig gute Aufträge bekommen will, dann muß ich mich auf dem Markt als modernes Büro zeigen“ (KL N1).

Diese zunächst plausibel erscheinende Erläuterung wird durch seinen Mitarbeiter vollständig konterkariert: Denn der vertritt die Auffassung, daß 3D besser für die Anlagenplanung geeignet sei; denn im 2D-System verliere man „irgendwann den Überblick“, weil räumliche Dimensionen der Anlagenverläufe behelfsmäßig durch mehrere 2D-Ebenen dargestellt werden. Das starke Interesse unter den Konstruktionsmitarbeitern an einem 3D-System werde von der Geschäftsleitung blockiert, vermutlich aus Kostengründen.

Es wäre sicherlich leichtfertig, dem Konstruktionsleiter deshalb eine falsche Sichtweise oder gar die Unwahrheit zu unterstellen. Vielmehr vermuten wir, daß er zwar aufgrund langjähriger Erfahrung tatsächlich auch im Zweidimensionalen sieht, was er sehen muß; andererseits aber könnte er sich als Konstruktionsleiter von den Unzulänglichkeiten im alltäglichen Umgang mit dem System schon zu weit entfernt haben und außerdem auch implizit – mehr als seine Mitarbeiter jedenfalls – Kostengesichtspunkte der Geschäftsleitung „mitdenken“. Dieses Beispiel steht in zweierlei Hinsicht stellvertretend für unsere Erfahrungen in den meisten anderen Betrieben:

1. Die Widersprüchlichkeit der Auffassungen zwischen Konstruktionsleitung und -mitarbeiter, in diesem Fall explizit geäußert, findet sich in abgeschwächter Form vielfach wieder. Konstrukteure geben eher Einschätzungen potentieller Nützlichkeit von 3D-Systemen wieder als ihre Vorgesetzten; unter bestimmten Umständen wie besserer Handhabbarkeit und produktspezifischer Paßgenauigkeit der Systeme oder anderer, komplexerer Produkte würden sie sich in mehreren Fällen Vorteile von 3D versprechen (genannt werden z.B. Visualisierungen, Einbau- und Kollisionsprüfungen). Die Relativierung dieser Aussagen folgt jedoch meist auf dem Fuße: Neben dem Kostenargument, das wir auch von den Konstruktionsleitern kennen, kommen häufig Bedenken wegen des hohen Einarbeitungs- und Benutzungsaufwands für diese ungleich komplexeren CAD-Systeme – ein Einwand, der gleichermaßen einer sehr realistischen und auf eigenen Erfahrungen beruhenden Sicht auf neue EDV-Systeme als auch Vorbehalten gegenüber technischen Neuerungen am eigenen Arbeitsplatz geschuldet sein kann.

2. Fast alle Konstruktionsleiter verbinden mit der Einführung und Nutzung von dreidimensionalem CAD keine weiterreichende Perspektive: Eine *Modellierung* des Produktes zum Zwecke der

Erstellung einer gemeinsamen, durchgängigen, verbindlichen Daten- und Informationsgrundlage ist nur für zwei dieser mittleren Führungskräfte überhaupt Thema und (Fern-)Ziel. Über die reservierte Haltung ihrer Berufskollegen können wir eigentlich nur Vermutungen anstellen, da jenseits des „2D reicht“ kaum konkrete Gründe genannt werden. Impliziten Hinweisen können wir entnehmen, daß auch hier wieder mehrere Haupteinflüsse zur Geltung kommen: Wie ihre Mitarbeiter werden auch die Konstruktionsleiter nicht frei von emotionalen Vorbehalten gegenüber neuen Techniken sein. Dazu kommt aber in vielen Fällen sicher auch, daß es angesichts des Produktspektrums und der betrieblichen Arbeitsweisen und Organisationsformen tatsächlich nur schwer erkennbar ist, wie man mithilfe der genannten Potentiale von 3D-Systemen zu realen Verbesserungen der Produktivität oder der Produktqualität kommen kann.

Das Problem besteht u.E. darin, daß eine an Bedarf und Besonderheiten von Klein- und Mittelbetrieben orientierte „3D-Politik“ bei Software-Herstellern, Verbänden und Forschungseinrichtungen noch aussteht. Für uns bleibt deshalb lediglich festzustellen, daß wir zu den vermuteten kooperationsrelevanten Auswirkungen des Wechsels von 2D- nach 3D-CAD-Systemen bei den Experteneinschätzungen bleiben müssen und keine Aussagen aus den Betrieben liefern können. Die Widerstände gegen die Einführung der neuen Technologie zeigen aber, daß auch bei den mittleren Führungskräften nicht nur gravierende Veränderungen der Qualifikationsanforderungen, sondern auch der kooperativen Beziehungen als Folge des Einsatzes von 3D-CAD-Systemen vermutet werden.

Zwischenergebnis

Die Einschätzung von Voraussetzungen und Problemen der Teamarbeit in der Konstruktion wird uns noch ausführlicher beschäftigen. Wir können hier aber festhalten, daß gerade unter Bedingungen moderner CAD-Systeme Teamarbeit bewußt gestärkt werden mußte, um

- a) die zeichnungsbezogene Problemdiskussion durch bewußte Entscheidungen wieder zu intensivieren,
- b) vielfältiges Fachwissen in den Aufbau produkt- und aufgabengerechter CAD-Bibliotheken einfließen lassen zu können und
- c) neuere Konstruktions- und Produktionsmethoden nicht an veralteten „hierarchischen“ Arbeits- und Organisationsmethoden scheitern zu lassen.

Zwischen den technischen Möglichkeiten moderner CAD-Systeme sowie den teilweise weitreichenden Einsichten der befragten Experten einerseits und den realen Einsatzbedingungen dieser Systeme und dem alltagsgebundenen Horizont der Konstruktionsfachleute in den KuM-Betrieben andererseits klafft eine erhebliche Lücke. Diese kann jedoch nicht voluntaristisch durch die Einführung mehr und komplizierterer Informationstechnik geschlossen werden, sondern nur durch eine systematische Auseinandersetzung mit dem ganz spezifischen Bedarf dieser Betriebe an computergestützten Informations- und Kommunikationstechniken. Dies werden wir in den Kapiteln 4 und 5 tun.

3.4 Teamarbeit an vernetzten CAD-Systemen

Die zentrale Fragestellung unserer Untersuchung richtet sich auf den Wandel der Kooperationsformen durch die Einführung vernetzter CAD-Systeme. Dieser Schwerpunktsetzung liegen zwei Annahmen zugrunde:

- Bei der informationstechnischen Ausstattung der Konstruktionsbüros wird die Vernetzung der Computerarbeitsplätze in absehbarer Zeit Standard sein;
- mögliche Auswirkungen des Einsatzes auf kooperative Arbeitszusammenhänge werden erst dann voll zum Tragen kommen, wenn die CAD-Stationen untereinander und mit den anderen Betriebsteilen vernetzt sind.

Eine mögliche These zu den Auswirkungen der Vernetzung auf die Kooperationsformen könnte lauten, daß die kooperativen Beziehungen weitgehend zerstört werden, da die persönliche Kommunikation vom Datenaustausch über technische Medien abgelöst würde. Es gibt zu dieser Thematik kaum Forschungsergebnisse; jedoch läßt eine Studie von Deters und Helten (1990) den Schluß zu, daß die unmittelbare persönliche kommunikative Zusammenarbeit der Benutzer vernetzter CAD-Systeme je nach organisatorischen und technischen Voraussetzungen sich verschlechtern oder verbessern kann. Müller und Cords kommen vor dem Hintergrund einer Studie in kleineren und mittleren Unternehmen zu dem Ergebnis, daß das CAD-System zwar bestimmte Effekte für die persönliche Kommunikation nahelegt, nicht aber determiniert. „Großen Einfluß auf die Kooperationsform hat die Organisationsgestaltung“ (Müller, Cords 1993, S. 151). Die genaue Bestimmung des Verhältnisses von Informationstechnik- und Organisationsgestaltung sind ein wesentlicher Gegenstand unserer Studie. Die empirischen Resultate zu diesem Punkt werden im folgenden dargestellt.

Die erste Vermutung bezüglich der Ausstattung der Konstruktionsabteilungen mit vernetzten CAD-Arbeitsplätzen haben wir weitgehend bestätigt bekommen. Zum richtigen Verständnis der folgenden Ausführungen ist jedoch zu beachten, daß ein gewisser Unterschied zwischen den Betrieben, aus denen die Experten berichteten, und denen der Fallstudien besteht. Die „Experten-Betriebe“ kommen zum Teil aus der zentralistischen Großrechner-„Welt“ und befinden sich in der Umbruchphase hin zu dezentralen Workstation-Konfigurationen bzw. lassen für eine Übergangszeit beides parallel laufen; andere arbeiten ohnehin schon auf Workstation-Basis. Ein anderer Zustand als das „Vernetzt-Sein“ ist gar nicht bekannt, wenngleich natürlich allen Beteiligten klar ist, daß Workstation-Netze ganz andere software-technische Möglichkeiten und arbeitsorganisatorische Erfordernisse implizieren als Host-Terminal-Verknüpfungen. Auch die Vertreter der Systemanbieter betonen, daß sie bzw. die entsprechenden Hardware-Lieferanten als Standard „das Netz mitverkaufen“. Insgesamt wurde in unseren Expertengesprächen Netztechnologie als gegeben und relativ stabil betrachtet.

In den untersuchten Konstruktionsbüros der KuM-Betriebe fanden wir zwar – abgesehen von Großrechneranlagen – alle denkbaren Ausstattungsvarianten, von Einzel-PC's und Datenaus-

tausch ausschließlich über Disketten („Adidas-Netz“) bis hin zu UNIX-basierten Workstation-Clusters. Die meisten Betriebe verfügen jedoch über PC-basierte CAD-Arbeitsplätze, die zumindest untereinander, in wenigen Fällen auch mit anderen betrieblichen EDV-Bereichen, wie PPS oder kaufmännischer EDV, vernetzt sind. Netztechnologie ist auch hier überwiegend selbstverständliche Realität. In Ausnahmefällen, die ausschließlich den Konstruktionsdienstleistern (N1, N2) zuzurechnen sind, stießen wir allerdings auch auf extrem heterogene (z.T. sogar chaotische) CAD-Ausstattungen. Darin spiegelt sich zunächst eine starke Abhängigkeit von sehr unterschiedlichen Auftraggebern wider. Nach unserem Eindruck fehlt hier jedoch auch eine eigenständige strategische und konzeptionelle Planung des Einsatzes von informationstechnischen Hilfsmitteln.

Die Nutzbarkeit des Netzes für kommunikative Zwecke ist allein durch die verfügbare Netztechnik noch nicht gewährleistet. Damit Konstrukteure und andere Benutzer die Netzfunktionalitäten sinnvoll nutzen können, dürfen sie davon im Umgang mit ihrem Anwendungssystem nicht unmittelbar berührt werden:

„Daß da ganz klar irgendwo immer heftig viel Rechnernetz-Technologie im Hintergrund läuft, ist eh' klar, aber dieses Netz, das interessiert den Konstrukteur nicht (...) : ein Netz hat irgendwo dazusein und seinen Mund zu halten und Informationen zu übertragen (...) Aber diese Netzwerktransparenz auch (zu) implementieren (...), ist halt technisch immer noch so schwierig, daß die Leute bereit sind, für Netzfunktionalität sehr viel Informatikholprigkeit in Kauf zu nehmen. Aber das ist halt ein Zustand, der langsam aber sicher verloren geht. Gerade das X-Windows-System war nun ein sehr großer Schritt vorwärts in die Richtung, das Netz jetzt von der Oberflächenseite her transparent zu machen (...) – ich muß also nicht mehr irgendwelche CAD-Zeichnungen über Netzwerknamen von einem Rechner zum anderen kopieren, sondern ich klicke auf diese Lösung in unserem Sinne oder auf dieses Technische Objekt, und das System hat zu wissen, auf welchem Rechner das liegt, um das für mich zu holen. (...) Das Ganze muß natürlich schnell gehen, und wenn wir den Konstrukteur zwingen, aus seiner CAD-Applikation rauszugehen und sich in eine komplett andere Welt hineinzubgeben, nämlich die von Terminals und Tippen und '<Rechnername>::xyz' und was weiß ich, was da alles kommt, und 'Option soundso' und dann komische Fehlermeldungen für eigentlich triviale Aufgaben, dann kosten wir ihn ja so viel Zeit, daß es einfach unter Effizienzaspekten unsinnig ist“ (SE1, S. 20 ff).

Wenn der Software-Entwickler solcherart Netzwerk-„Transparenz“⁸ fordert, so ist er sich allerdings darüber im Klaren, daß deren Realisierungsmöglichkeiten sehr stark von der jeweiligen Betriebssystem- und Hardware-Umgebung abhängen, erst recht in PC-Netzen („da muß ich ja schon fast jedem Bit, das da über's Netz saust, auf die Finger schauen, ob's auch wirklich ankommt“). In den KuM-Betrieben fanden wir aber, wie gesehen, gerade vorrangig PC-gestützte CAD-Arbeitsplätze, z.T. sogar noch als Einzelplätze. Man muß also davon ausgehen, daß hier ein reibungsloser Netzbetrieb noch nicht so selbstverständlich ist, wie es unter anderen Voraussetzungen möglich wäre.

⁸ In der Informatik hat bei dem Begriff "Transparenz" eine merkwürdige Bedeutungsverschiebung stattgefunden: von "Durchsichtigkeit" (verbunden mit dem Sichtbarbleiben!) hin zur "Unsichtbarkeit". Letztere ist hier gemeint, daher der Begriff in Anführungszeichen.

Die zweite Vermutung, daß erst bei vollständiger Vernetzung Auswirkungen auf die Kooperation zum Tragen kommen werden, hat sich dagegen nur bedingt als richtig erwiesen. Der entscheidende Grund: Das Netz dient bisher weitgehend nur dem schnellen Datenaustausch, dem Zugriff auf Bibliotheken und der zentral gesteuerten oder zumindest kontrollierten Verbreitung von Versionen, Makros und Strukturierungsmaßnahmen. Am Beispiel des Datenaustauschs zeigt sich jedoch der sehr begrenzte tatsächliche Nutzen angesichts der CAD-Realität: Wie wir gesehen haben (Kap. 3.1, „Modellieren statt Zeichnen“), ist der Zeitaufwand für die Nach- oder Weiterbearbeitung von Konstruktionsunterlagen in den nachfolgenden Betriebsbereichen so immens hoch, daß der Zeitgewinn durch schnellen Datentransfer über's Netz fast unbedeutend wird – man könnte genausogut in aller Ruhe die Disketten durch die Gegend tragen!

Der eigentliche Nutzen der Vernetzung wird sich u.E. erst erschließen, wenn die gesamte Prozeßkette, mit der Konstruktion als einem Glied, in geeigneter Weise im DV-System abgebildet ist. Dann, so die Hoffnung unter den Experten, wird das Netz zum Medium der Realisierung der Integrationsziele. Die Hauptrolle spielen dabei zwei Gesichtspunkte, die letztlich wiederum eng mit der Verbesserung des Informationsflusses zusammenhängen (vgl. Abschnitt 3.3). Den ersten Punkt verdeutlicht ein Konstruktionsleiter aus der Expertenrunde, wenn er seine Hoffnung ausdrückt, mithilfe der Vernetzung dem Problem mangelhaften Informationsaustauschs zuleibe rücken zu können, in der er die Ursache häufiger, überflüssiger Doppelarbeit sieht:

Das Netz „bringt allerdings auch in der Konstruktion etwas, wenn Gruppen artverwandte Tätigkeiten haben, die heute also nebeneinander herlaufen, doppelt gemacht werden. (...) Und da kann die Vernetzung etwas bringen, aber nicht die Vernetzung allein. Da muß ich also das Wissen, das in dem Einzelnen steckt, oder die Informationen, die muß ich aufarbeiten können (...) ich brauche eine wirkliche Datenverarbeitung (...) oder ein Informationssystem, (...) das Wissen verarbeiten kann, (...). Das Netz ist einfach, das ist ja wirklich ein Tool – nicht mehr –, um das auch transparent quer durchs Unternehmen (verbreiten zu können; d. Verf.), daß auch andere überhaupt eine Chance haben, an diese Information zu gelangen“ (KL, S. 19).

Deutlich ist hier die Überzeugung des Befragten, daß das Netz ausschließlich *technische Grundlage* zum Datenaustausch ist, die erst durch organisatorische Maßnahmen zur Kontrolle und Koordination sowie durch zusätzliche software-technische Unterstützung wie z.B. ein Informationssystem ihre Wirkung entfalten kann.

Den zweiten Gesichtspunkt bringt der Systembetreuer aus der Expertenrunde ein. Er richtet sich weniger auf die Behebung bestehender Probleme als vielmehr darauf ein, die Umsetzung und Organisation neuer Arbeitsweisen im Produktentstehungsprozeß durch Netztechnik zu unterstützen. Der Systembetreuer stützt sich zunächst auf die gleiche Erfahrung, die wir schon vom Software-Entwickler kennen (Kap. 3.1 „Anpassung/Bibliotheken“), daß sehr früh im Entwurfsstadium ein Großteil der Produktinformationen bekannt sind:

Die Produktentstehung „ist praktisch ja nicht ein einheitlicher Prozeß nach vorne, sondern es ist ja ein iterativer Vorgang, der sich ständig in Schleifen bewegt. Heute ist es so, daß dieser Prozeß sich sehr lange in einem großen Bereich dreht und dann erst an den nächsten Bereich weitergegeben wird. (...) Wir haben eine Organisation

ausgedacht, mit der sie bereits die ersten rudimentären Ergebnisse aus der Entwicklung gleich durchschießen können bis zur Wartbarkeit.

F: Bedeutet das, daß zunächst einmal die abteilungsübergreifenden Arbeitsbeziehungen systematischer gestaltet werden sollen, damit frühzeitiger die Fertigung darüber informiert wird, was eigentlich in der Entwicklung gemacht wird?

A: Ganz genau, so wird es“ (SB, S. 22).

Dieses „Durchschießen“ der Ergebnisse von einer Abteilung in die andere, d.h. die frühzeitige Information der anderen Abteilung soll dabei natürlich über das Netz gehen. In Verbindung mit weiteren geeigneten Instrumenten könnte man sich dann auch den Schritt von der Einwegkommunikation (Verschicken von Informationen) zur Zweiwegkommunikation vorstellen, was „für die Konstruktionsabteilung intern bedeutet (...), daß jeder einzelne Konstrukteur ein *feedback* bekommt. (...) Das kriegt er heute nicht oder immer nur teilweise“ (SB, S. 27). Trotz konkreter Vorstellungen zur verbesserten technischen Unterstützung steht aber die Schaffung der organisatorischen Voraussetzungen eindeutig im Vordergrund:

„Das ist nicht so, daß wir die Vernetzung einführen und wir nun eine wunderbare Kooperation haben. Das ist ein völliger Trugschluß. Sondern es muß so sein: Wir haben eine phantastische Kooperation im Haus (...) Da sind ja Absprachen erforderlich. Und wenn diese Ebene in Ordnung ist, daß also die Kooperation sehr gut ist, dann ist die Vernetzung eine ganz phantastische Sache, aber umgekehrt geht das nicht“ (KL, S. 17f).

Diese Sichtweise, die das Primat der Organisation erneut betont, formuliert der Unternehmensberater noch deutlicher, indem er die Vernetzung als „nebensächlich, absolut nebensächlich“ bezeichnet: „einfach dazu notwendig, um auf Datenbestände zuzugreifen und die eigenen Datenbestände anderen verfügbar zu machen. (...) es ist eine technische Gegebenheit, die man in ihren Gegebenheiten genutzt hat, aber mehr auch nicht“ (UB, S. 10).

Die Potentiale des Netzes als Medium zur Integration der gesamten Prozeßkette und zur technischen Unterstützung kooperativer Konstruktion (concurrent design) spielen jedoch in der betrieblichen Realität und auch im Planungshorizont unserer KuM-Betriebe nur im Ausnahmefall eine Rolle. Als Zeuge sei hier ein Systembetreuer zitiert, der schon ein wenig ratlos vor dem mangelnden „Netzbewußtsein“ seines Konstruktionsleiters steht:

„F: Wie ist das denn mit der Verwendung der weiteren Daten im weiteren Herstellungsprozeß gewesen? Ist der Datenstand irgendwo verwendet worden, z.B. für 'ne NC-Programmierung?

A: Hier im Hause nicht, nein.

F: Warum eigentlich nicht? Das habe ich mich schon im ersten Interview gefragt.

A: Ja, da könnte ich mich gleich anschließen. Also von meiner Seite aus hatte ich das schon mal angesprochen mit Herrn A (Konstruktionsleiter), daß wir sowas mal ausprobieren, weil wir die Maschinen haben, die Hardware haben – es fehlt praktisch nur ein Verbindungskabel. Es war dann mehr so die Philosophie, ich weiß nicht, von Herrn A aus; ob er nun dachte – gut, eventuell Angst –, daß er dadrüben Programmierer einsparen kann und die Leute doch wohl beschäftigen will – ich weiß es nicht, warum.

F: Es sind doch vermutlich numerisch kontrollierte Werkzeugmaschinen drüben gewesen (**A:** ja). Das heißt, es wäre eigentlich ein vertretbarer Arbeitsaufwand gewesen.

A: Ja. Also, von der Sache: wir haben das auch ausprobiert. Das CAD-System gab sogar die Möglichkeit her, drei verschiedene NC-Datenformate auszugeben, da hätten wir ausprobieren können, welches funktioniert am

besten. Was wirklich nur fehlte, war das reine Verbindungskabel vom CAD-Platz rüber zur Maschine, und dann hätten wir die ganzen NC-Programme hier verwalten können“ (Systembetreuer U1, S. 3).

Von dem Konstruktionsleiter liegen leider keine expliziten Aussagen zur hier angesprochenen Frage vor (das geplante Gespräch mit ihm wurde an das Systembetreuer-Interview weiter gegeben). Die Vermutung des Systembetreuers, er wolle seine NC-Programmierer nicht wegrationalisieren, klingt zunächst plausibel und gereicht einem verantwortungsbewußten Vorgesetzten zweifellos zur Ehre, allein durch eine reine Blockadepolitik ist auf Dauer kein Arbeitsplatz zu sichern, und es ist wiederum nicht erkennbar, mit welchen Perspektiven oder Alternativen der Konstruktionsleiter die Netzpotentiale zukünftig nutzen will.

Zwei andere Konstruktionsleiter (S1, S2) haben die Nutzung des Netzes zur durchgängigen Datenweitergabe zwar schon mal „angedacht“ oder „damit geliebäugelt“. Bei S2 wird als Motivation die „Papierflut“ genannt, die vor allem durch Qualitätssicherungsmaßnahmen nach ISO 9000 entstanden sei. Beide haben aber offenbar die Vorstellung, netzbasierte informationstechnische Integrationsschritte zu realisieren, schnell wieder fallen gelassen. Der KL S1 berichtet in diesem Zusammenhang, daß der CAD-Datensatz kaum in wirkliche Übereinstimmung mit der letzten, gültigen Papierversion eines Projekts zu bringen sei. Bei bereits länger zurückliegenden Versuchen, Datendurchgängigkeit herzustellen, habe es zudem auch noch unüberwindliche Schnittstellen- und Übertragungsprobleme gegeben. Mit derselben Begründung sieht auch der stellvertretende Konstruktionsleiter U2 seinen Betrieb noch „ganz am Anfang“ einer Entwicklung zu mehr Durchgängigkeit.

Auch als Instrument zur Kommunikation der Mitarbeiter untereinander wird das Netz in keinem Betrieb verbindlich genutzt. In der Regel sitzen in diesen Betrieben die Konstruktionsmitarbeiter räumlich so nahe beieinander, daß Kooperation über das Netz wirklich keine augenfällige Notwendigkeit ist. Dazu ein Konstrukteur:

„Ja, das ist auch so anonym, wenn der zehn Meter weiter sitzt oder einen Raum weiter, dann gehe ich doch nicht hin und klimpere was, sondern dann gehe ich hin und sage, so und so“ (Konstrukteur U4, S. 28).

Auch in der abteilungsübergreifenden Kommunikation sind seinem Bericht zufolge Telefon und Gespräch die vorherrschenden Kommunikationsmittel geblieben, erweitert um das Fax:

„Gut, abteilungsübergreifend ist das natürlich schon ein bißchen anders, obwohl das alles entweder über das Telefon oder über den direkten Dialog geht.

F: Können Sie die abteilungsübergreifenden Kommunikationsformen noch einmal genauer beschreiben? Telefon leuchtet sofort ein, bei einer etwas kleineren Firma kann ich mir das persönliche Gespräch vorstellen, bei 150 oder 200 Beschäftigten aber könnten Sie ja durchaus das betriebsinterne Netz nutzen.

A: Ja (...) aber das kommt jedenfalls bei uns nicht vor. (...) Ganz selten, das war mal zu Anfang so, als wir dieses PPS-System eingeführt haben, wann war das, '87 oder so, da gab es dann mal mitunter so eine Mitteilung, aber da stand dann auch z.B. nur drin, was weiß ich, den und den anrufen“ (Konstrukteur U4, S. 29).

Gerade solche Mitteilungen werden in diesem Betrieb heute eher mit dem Faxgerät versandt.

Hinweise auf weitergehende Netznutzung gab es nur aus größeren Betrieben mit hochkomplexen Produkten. Beim Großanlagenbauer U5 werden etwa an vernetzten CAD-Arbeitsplätzen die verschiedenen Komponenten in eine große Anlage eingefügt oder, mit der Verknüpfung des CAD-Netzes zum PPS-System, Stücklisten automatisch erzeugt und Arbeitspläne erstellt

Den vielfältigen Gründen für die Zurückhaltung einer Netznutzung gegenüber und den damit verbundenen Problemen, vor allem in bezug auf die Kommunikation, werden wir uns noch ausführlicher zuwenden (vgl. Kap. 4). Bisher ist das Netz in den Konstruktionsabteilungen kleiner und mittlerer Unternehmen kein Medium der Kooperation und Kommunikation, vielmehr wird lieber in den vertrauten, "sicheren" Bahnen konventioneller Kommunikation gedacht. Eine weitergehende kommunikative und kooperative Netznutzung wird vielleicht erst dann konkret gefordert und umgesetzt, wenn entsprechende abteilungsübergreifende organisatorische Konzepte wie *Simultaneous Engineering / Concurrent Design*, bei denen die Parallelisierung der verschiedenen Phasen der gesamten Produktionsprozesse bzw. der Konstruktion geplant ist, realisiert werden.

3.5 Gesamtbetrieblicher Organisationswandel:

Information zum „Fließen“ bringen

Die bisherigen Eindrücke wollen wir nicht abschließend bewerten, ohne die sich verändernde Einbindung der Konstruktionsabteilung in den gesamtbetrieblichen Produktentstehungsprozeß zu betrachten. Die Überwindung erstarrter betrieblicher Strukturen zugunsten von *Simultaneous Engineering* (siehe hierzu Krause, Beitz 1993) würde einen ungehinderten *horizontalen* Informationsfluß erfordern. Die von uns befragten CAD-Experten beklagten jedoch, daß die Informationen üblicherweise nicht ausreichend „fließen“ (vgl. Frech, Müller 1994, S. 15) weil die betrieblichen Strukturen eine Neigung zu „beamtenmäßigen“ Bürokratien bei den großen und unterorganisierten, aber dennoch unflexibel hierarchisierten Abläufen bei den kleineren Betrieben haben. Beide Erscheinungsformen beschreibt uns der Software-Entwickler; zunächst das „beamtenmäßige“ Modell:

„Die Abteilungen sind alle festgefügte Schachteln, und es wird auch nicht über die Abteilungen hinaus kommuniziert, sondern man hat einen sehr stark sequentiell taylorisierten, zerlegten Produktentwicklungsprozeß. Es gibt irgendwo Anforderungen, die kommen aus dem Marketing meinetwegen, da wird ein Papier geschrieben, bevor das nicht fertig ist, kriegt es also nicht eine Entwurfsabteilung zu sehen, und die macht dann einen Entwurf, macht man eine Produktplanung, und bevor das nicht fertig ist, wird mit der Konstruktion nicht angefangen, und bevor die nicht bis zur letzten Schraube fertig ist, wird nicht angefangen, Werkzeuge zu konstruieren und für die Disposition zu planen, und bevor die nicht fertig sind, wird also nicht angefangen, tatsächlich die Produktion anzuleiern. Und daß das natürlich Mist ist, das haben die Japaner uns deutlich vorgeführt“ (SE1, S. 6).

In dieser Form ist die Arbeitsteilung in KuM-Betrieben natürlich nicht organisiert, aber der Entwickler hat die Erfahrung gemacht, daß „auch kleine Firmen es schaffen, unflexibel zu sein“. Auch in kleineren Betrieben gebe es zumindest „gewisse Trennungen“ mit der Folge,

daß es „dann wieder das Problem (ist), die Informationen aufzufinden. Die sind dann sozusagen eher unterorganisiert, daß sie eben keine spezifisch festgelegte Vorgehensweise haben, wie jetzt da die Informationen fließen, und die sozusagen das, was wir da anbieten konnten (Produktdatenverwaltung; d.A.), nutzen wollten, um ihren eigenen Informationsfluß zu verbessern oder ihn überhaupt erstmal zu organisieren und ihn dadurch auch zu beschleunigen und zu verbessern“ (SE1, S. 8).

Die bisweilen fatalen Folgen der bisherigen, unbefriedigenden Vorgehensweisen belegen zwei Zitate aus den untersuchten Betrieben. Im Zusammenhang mit technischen Problemen bei der Weitergabe eines CAD-Datensatzes berichtet der Konstruktionsleiter S1, daß der CAD-Datensatz kaum in wirkliche Übereinstimmung mit der letzten, gültigen Papierversion eines Projekts zu bringen sei:

„Es ist natürlich so, zwischen der Zeichnung, die ausgeplottet wird, und dem elektronischen Datensatz, der dahintersteht, besteht doch ein großer Unterschied. Sie stimmen zur Zeit natürlich nicht unbedingt hundertprozentig überein. Darüber sind wir uns an sich im klaren. Sollten sie eigentlich – okay, aber wenn man dann mal genau hinguckt, sind da doch einige Dinge, wo das nicht so ist, und das ist natürlich teilweise sehr schwierig, zumal natürlich der Konstrukteur beispielsweise dann die einzelnen Zeichnungen ...– sehr schwer überprüfen kann. Das kann ich ja an sich nur am Bildschirm machen, indem ich alles noch einmal nachvollziehe. Das ist natürlich ein enormer Arbeitsaufwand.

F: Heißt das, daß die verbindliche Unterlage der Plot ist, d.h. eine Papierunterlage?

A: Ja (...) zur Zeit. Wenn ich also diese Datensätze so, sag' ich mal, als verbindlich weitergebe, wäre es ein Risiko. Das muß ich mal so sehen“ (KL S1, S. 18).

Auf dieser Grundlage ist natürlich kein durchgängiger computer- bzw. netzgestützter Informationsfluß zu realisieren. Dabei muß man sicherlich anerkennen, daß die Bevorzugung der Papierunterlage angesichts der technischen Probleme des Datenaustauschs vorläufig die einzig mögliche verantwortungsvolle Lösung ist.

Die zweite Aussage verweist aber auch auf Probleme, die in einer informationstechnisch fortgeschritteneren Stufe des Dokumentenaustauschs entstehen können, wenn organisatorische Regelungen und technische Unterstützung gleichermaßen unzureichend sind: Den Worten des Systembetreuers zufolge kann die Fertigung mit einer Zeichnung, die sie aus der Konstruktion erhalten hat, nicht viel anfangen. Folglich konstruiert sie die Geometrie deshalb noch einmal neu. Werden dabei Fehler festgestellt, so werden sie eigenhändig korrigiert, ohne dem zuständigen Konstrukteur ein *feedback* zu geben. Denn die dann erforderliche Änderungs- und Freigabeprozedur ist viel zu zeitaufwendig. Die Folge: Am Ende ist zwar „das Produkt richtig eingebaut, hat aber nichts mehr mit der Bauunterlage zu tun hat“ (SB, S. 27 f.).

Die Beispiele zeigen, daß zu viele Hierarchiestufen, nach strikt sequentiell ausgerichteten Prozeßmodellen organisierte Abteilungsgrenzen und bürokratisch festgezurrt Arbeitsteilung zu langen, uneffektiven Entscheidungswegen, schwerfälligem Gang des Produktes über die Abteilungsgrenzen und schlecht koordiniertem Einsatz von (EDV-)Technikunterstützung führen. Das Ergebnis sind zu lange Produktentstehungszeiten, Qualitätsmängel und unbrauchbare Datenwüsten, aber auch Unzufriedenheiten und Motivationsprobleme bei den Beschäftigten.

Die weitgehende Lösung all dieser Probleme erwarten viele der befragten Experten von Umstrukturierungen der betrieblichen Abläufe in Richtung auf *Simultaneous Engineering*, einer möglichst weitgehenden Parallelisierung der einzelnen Etappen im Produktentstehungs- und -herstellungsprozeß. Angesichts der Klagen über die teilweise völlig verhärteten Strukturen in den Betrieben gewinnt diese Idee an Überzeugungskraft: Das Ziel soll sein, die gesamte betriebliche Prozeßkette durch erhebliche Veränderungen im organisatorischen Bereich und durch intelligente Nutzung der Technik zu optimieren (vgl. Frech 1996; Painter u.a. 1991; Krause, Beitz 1993; Gausemeier 1994). „Flache“ Hierarchien zur Verkürzung von Entscheidungswegen und zur Stärkung der Eigenverantwortlichkeit der Mitarbeiter; Durchlässigkeit oder gar Aufhebung der Abteilungsgrenzen zwecks paralleler Bearbeitung von Teilschritten; Flexibilität der Abläufe und des Aufbaus, um rasch auf Änderungen und auf Anforderungen von außen reagieren zu können – das sind, in wenigen Schlagworten, die Hoffnungen, die auch viele der von uns befragten Experten mit dem „Zauberwort“ *Simultaneous Engineering* verbinden (Frech, Müller 1994).

Schon von einzelnen Schritten versprechen sich unsere Experten erhebliche Wirkungen: So soll der Schritt von der unflexiblen Arbeitsteilung hin zu größerer Parallelität neben der quantitativen Verbesserung – kürzere Durchlaufzeiten – auch einen Qualitätssprung bringen, indem Synergieeffekte ausgenutzt werden: Schnelle Rückmeldungen aus den fertigungsnahen Bereichen schon im Entwurfsstadium etwa sollen den Verständigungsprozeß zwischen Entwicklung/Konstruktion und den nachgelagerten Bereichen erheblich verbessern und gravierende Fehlentwicklungen, die häufig erst in der Fertigung aufgedeckt werden, vermeiden helfen⁹. Konkurrenzdenken und mangelhafte Abstimmung zwischen den Abteilungen sollen zugunsten überlegter Koordination und enger Kooperation der verschiedenen Bereiche überwunden werden. Innerhalb der einzelnen Abteilungen wiederum sollen rigide Kontrollfunktionen, die zum Teil zwischen den Hierarchiestufen ausgeübt werden und zu einer falschen Ausrichtung der Tätigkeiten beim leitenden Personal führen, aufgelöst werden: So wäre an der Spitze einer Konstruktionsabteilung statt eines Aufpassers, jenes „Gockels auf dem Misthaufen“, eher eine planende, verwaltende Koordination erforderlich, weil derartige hierarchische Kontrollstrukturen die hochqualifizierten Mitarbeiter in ein zu enges Korsett zwingen, in dem sie ihre kreativen Fähigkeiten nicht entwickeln können. Insgesamt geht es dieser Kritik in erster Linie um einen effizienteren Personaleinsatz, hierfür muß aber bei dieser Sicht die Arbeitszufriedenheit und -motivation der Mitarbeiter größer werden.

Neben diesen die Organisation des betrieblichen Ablaufs betreffenden Fragen stellen die Experten ganz besonders das Problem des gesamtbetrieblichen Informationsflusses heraus. Konventionellerweise, so wird beklagt, würden die Informationen nicht „fließen“, weil sie durch hierarchi-

⁹ Eine bedeutende Leistung, zumal wenn man der Einschätzung von der wachsenden Verständigungskluft zwischen technisch-wissenschaftlichem Personal in Entwicklung und Konstruktion einerseits und den Facharbeitern im Fertigungsbereich andererseits folgt! (vgl. Kalkowski, Mickler, Manske 1995, S. 219 ff.).

sche Abstufungen und Abteilungsgrenzen behindert würden; wie wir sahen, werden sie unkoordiniert erzeugt und sind nur bedingt brauchbar für diejenigen, die die nachfolgenden Bearbeitungsschritte zu tun haben. Deshalb müssen sie dann dort, meist in umständlichen Verfahren, erst in einen nutzbaren Zustand versetzt, geändert bzw. ergänzt werden. Dadurch aber werden Daten oft auch mehrfach erzeugt und sind so kaum in durchgängig konsistentem Zustand zu halten. Die Strukturierung der Daten zu sinnvollen Informationen ist in der Regel noch keinem klaren Konzept unterworfen, das sich etwa an wohldurchdachten Abläufen und/oder einem den betrieblichen Erfordernissen angepaßten, umfassenden Produktmodell orientiert. Das Ausmaß des Dilemmas, das hier zutage tritt, läßt sich ermessen an der Äußerung eines Konstruktionsleiters: „Der wesentliche Teil der Konstruktionsarbeit besteht aus Informationsbeschaffung“, diese ist aber unter den herrschenden organisatorischen und technischen Bedingungen nur mühselig zu bewerkstelligen.

Wie aber kann nun die Information zum Fließen gebracht werden? Zentrales Anliegen ist es, den *horizontalen* Informationsfluß, jenseits struktureller Grenzen, zu gewährleisten. In den weitestgehenden Vorstellungen der Experten muß der gesamte Produktentstehungsprozeß informationell abgebildet werden¹⁰. Ein Prozeßkettenmodell und ein Produktdatenmodell sind zu integrieren: Ersteres, um die grundsätzlichen Abläufe, den Projektfortgang, die verdichteten iterativen Schleifen der Bearbeitungsschritte bis hin zu expliziten Verfahrensvorschriften darstellen zu können; letzteres, um in einheitlicher, durchgängiger Weise alle benötigten Produktinformationen erstellen und zu jeder Zeit aufgabenspezifisch verfügbar machen zu können¹¹.

Wir haben allerdings Stimmen aus den untersuchten Betrieben zur Kenntnis genommen, die derart weitgehenden, informationstechnisch motivierten Modellen allenfalls den Status nützlicher Hilfsmittel zubilligten. Vor allem einige Konstruktionsleiter wollen lieber mit bescheideneren, leichter handhabbaren Mitteln der Informationsverarbeitung begrenztere Effekte sicherer erreichen. Von mehreren Gesprächspartnern wurden etwa erhebliche Probleme mit ihren gegenwärtigen Zeichnungsverwaltungssystemen¹² erwähnt. Aus den Anforderungen eines Konstrukteurs (S2) an ein künftiges System läßt sich gut erkennen, welche Lücke bisweilen zwischen dem „Stand der Kunst“ und der betrieblichen Wirklichkeit klafft. Ein besseres Zeichnungsverwal-

¹⁰ Es ist sicher die skeptische Frage angebracht, ob hier nicht die technikzentrierte Variante der früheren CIM-Konzepte in einer zeitgemäßen Form wiederauflebt: lediglich die zentralistisch angelegten DV-Kolosse der Vergangenheit werden ausgetauscht gegen Lösungen mit flexiblen, dezentralen, vernetzten Hard- und Software-Komponenten – die Dominanz technikorientierter Lösungen über arbeits- und aufgabenorientierte Gestaltungsansätze indes bleibt bestehen.

¹¹ Wir wollen an dieser Stelle nicht näher auf entsprechende Software-Produkte wie Produktdatenverwaltungs- (*engineering data management*, EDM) und Prozeßverwaltungs- (*workflow management*, WFM) Systeme eingehen (vgl. aber Kap. 5.1+4). In diesen Zusammenhang würde auch eine Erörterung der Standardisierungsbemühungen der STEP-Initiative gehören (vgl. z.B. Grabowski u.a. 1993).

¹² Im Extremfall ist nicht einmal ein Zeichnungsverwaltungssystem vorhanden – CAD-Dokumente werden von den einzelnen Mitarbeitern nach eigenem Gutdünken im normalen DOS-Dateiensystem "untergebracht". Das war immerhin in mindestens zwei Betrieben der Fall!

tungssystem müßte nicht nur Zeichnungs-, sondern auch eine Dokumentenverwaltung beinhalten, in der auch technische Dokumente wie Textdateien, die zu den Zeichnungen gehören, mit eingebunden sind. Alle Dokumente müßten jeweils unter einer Projektnummer organisiert sein, und auch die Zeichnungsfreigabe und die Verwaltung von Zugriffsrechten müßten besser unterstützt werden.

Erinnert sei hier auch an die oben geschilderten Probleme, die der KL S1 mit dem Austausch bzw. der Weitergabe seiner CAD-Datensätze beispielsweise an die NC-Programmierung hat, und an die Äußerungen des KL U5 über die Notwendigkeit eines brauchbaren Informationssystems, um das Netz überhaupt sinnvoll nutzen zu können. Die Forderung an solche Betriebe, von heute auf morgen auf weitgehend integrierte informationstechnische Lösungen wie ein EDM-System umzusteigen, würde nicht nur diffuse Ängste der Zuständigen und Betroffenen vor technischen Neuerungen auslösen, sondern vor dem geschilderten Hintergrund wird nachvollziehbar, daß sie aus guten Gründen, namentlich ihren schlechten Erfahrungen mit Ansätzen zur Integration ihrer CAD-Systeme und deren Umfeld, sehr vorsichtig agieren.

Andere betriebliche Praktiker wiederum betonen die Priorität organisatorischer Entscheidungen vor (zu) großen EDV-Lösungen. Die Konstrukteure von Betrieb U5 berichten davon, daß Dokumente bestimmte festgelegte und überprüfbare „Rituale“ durchlaufen müssen, bevor sie weitergegeben werden dürfen – ein Mechanismus, der den technischen Problemen auf organisatorischem Wege zu begegnen versucht:

„Es sind Qualitätskreise eröffnet worden, die diese Schnittstellen jetzt zwischen den einzelnen Abteilungen und Gruppen usw. organisieren sollen, auch festhalten sollen, dokumentieren sollen, so daß beispielsweise eine Information, die weitergegeben wird, gewisse Rituale hinter sich läßt. D.h. beispielsweise, daß das Datum drauf ist, daß derjenige, der das bearbeitet, zu erkennen ist, daß diese Information auch an die entsprechenden Stellen weitergegeben wird und solche Dinge, die werden bei uns jetzt organisiert.

F: Kann man sagen, es werden Regeln entwickelt, an die man sich halten muß?

A: Richtig, so ist es. Wobei die Regeln eigentlich vorhanden sind, nur diese Regeln werden jetzt dokumentiert und damit für jeden verbindlich gemacht“ (Konstrukteur U5, S. 18).

Mit den erforderlichen Informationen soll nicht in erster Linie die Zuverlässigkeit des weitergegebenen Dokuments gesichert werden; vielmehr sollen Verantwortlichkeiten festgehalten und transparent gemacht werden, damit im Fehler- oder Problemfall der vorangegangene Bearbeitungsverlauf leichter rekonstruiert werden kann.

In eine vergleichbare Richtung gehen auch die Vorstellungen des Konstruktionsleiters desselben Betriebes, der im Zusammenhang mit Problemen der Anpassung des CAD-Systems einen ganz rigiden Zentralismus befürwortet, u.a. um mit strikter Kontrolle die Verbreitung fehlerhafter Software zu unterbinden. Darüber entwickelte sich im Gespräch mit dem ebenfalls anwesenden Leiter der zentralen EDV (LDV) sogar eine heftige Kontroverse:

„**KL:** Ja, es könnte eine Stelle geben, an die man also alles melden muß, jede Aktivität melden muß, so daß eine zentrale Stelle für die Koordination zuständig ist – das wäre denkbar.

LDV: Das wäre nicht sinnvoll.

F: Wäre nicht sinnvoll – warum nicht?

LDV: Wenn die Leute alles und jedes melden müssen – das ist zu aufwendig.

KL: Ah, Herr A (LDV), da weiß ich auch nicht... Also ich denke, heute in manchen Abteilungen haben wir parallele Datenverarbeitung, und da werden also Stunden verfahren, die sind erschreckend, die sind erschreckend hoch.

LDV: Das ist ein Führungsproblem innerhalb der einzelnen Abteilung.

KL: Nein, das ist ein Strukturproblem bei uns. Wenn man jede Aktivität melden müßte zur zentralen Datenverarbeitung, könnte die zentrale Datenverarbeitung solche Aktivitäten koordinieren. Sie könnte sagen, so, das haben wir schon einmal gemacht, mach das nicht nochmal“ (KL U5, S. 26)

Erstaunlich ist, daß beide Gesprächspartner, die ja kompetente CAD- und EDV-Fachleute sind, zur Lösung des Problems „parallele Datenverarbeitung“ – das hier „unkoordinierte Doppelarbeit“! bedeuten soll – nicht etwa aufwendigere Systeme zur Unterstützung der Koordination oder gar zur automatischen Überwachung der fraglichen Aktivitäten grundlegender organisatorischer Regelungen fordern – wobei die jeweiligen Präferenzen nicht zuletzt durch die Position des Einzelnen motiviert sein mögen.

Einen weiteren Aspekt für die Zurückhaltung der betrieblichen Konstruktionsfachleute gegenüber integrierten EDV-Lösungen liefern der Konstruktionsleiter U2 und sein Stellvertreter. Sie beschrieben uns den firmeneigenen Mechanismus zur projektbegleitenden Dokumentenverwaltung: die „Rote Mappe“. Diese Mappe existiert real und enthält zahllose *Papierdokumente* – von der Gesamtheit der zu einem Projekt gehörenden Konstruktionszeichnungen „bis zur letzten Detailzeichnung“, die als Plots beiliegen, über technische Dokumente wie Stücklisten und andere Informationen für die Fertigung bis hin zu Notizzetteln, auf denen kleinere Änderungen während der Fertigung oder Montage vermerkt wurden. Insofern ist diese Mappe vermutlich gar nichts besonderes und, wenn sie konsequent von allen Projektbeteiligten genutzt und mit Informationen beschickt wird, sogar Ausdruck einer relativ guten Projektorganisation. Befragt, ob er sich vorstellen könne oder gar wünsche, daß diese Rote Mappe elektronisch abgebildet und netzweit zur Verfügung gestellt würde, antwortet der Konstruktionsleiter deutlich ablehnend. Er begründet das vor allem mit der geringen Betriebsgröße, die solche aufwendigen Hilfsmittel überflüssig mache. Sein Stellvertreter dagegen, der vermutlich über erheblich mehr CAD-Fachwissen verfügt, kann sich offenbar schon eher den Nutzen einer „elektronischen Roten Mappe“ vorstellen. Aber dennoch ist sie auch für ihn nur Zukunftsmusik:

„**F:** ... Könnten Sie sich vorstellen, daß die Rote Mappe in absehbarer Zeit als elektronisches Dokument genutzt werden würde?

A: Ja, das soll ja eigentlich in naher Zukunft mal geschehen (...) Es ist ja so: Man macht heute sehr viel Papier. Das heißt, wir machen heute eine Zeichnung vierfach, bzw. erstmal dreifach, das heißt, einmal für die Werkstatt, wenn es um Fremdfertiger geht, nochmal, einmal für unsere Dokumentation in der Konstruktion, und einmal für diese berühmte Rote Mappe, die wir dann in die Fertigung geben. (...) Das kann ich natürlich auch ersparen, das Ganze, indem ich dann elektronische Dokumentation habe (...) Wenn ich das am Bildschirm natürlich habe, brauche ich nur das eine mir aufzurufen, ändere das von mir aus, oder man gibt Hinweise oder was auch immer man machen kann – das ist eigentlich so im Gespräch, daß in der Richtung irgendwas geschehen soll, daß man

halt von diesen Mappen wieder wegkommt, die schon sehr sinnvoll sind, weil doch überall Fehler passieren und das meiste doch wohl um sonst ist.

F: Aber das ist erst angedacht...

A: Ja, das ist eine reine Kostenfrage auch. Computer kosten immer ein paar tausend Mark, und mit einem ist es auch nicht getan, und dazu muß das ganze Netzwerk stehen, daß sämtliche Zeichnungen auch im Netz sind, was wir heute nicht haben und auch nicht wollen. Das hängt aber damit zusammen, daß wir mit dem PPS-System noch nicht so weit sind. Wenn wir da eben es geschafft haben, das Stücklistenwesen erstmal zu haben, dann sind wir schon mal wieder einen Schritt weiter. So wird das noch Jahre dauern, bis wir da hin sind“ (Konstrukteur U2, S23).

Was hier nur zwischen den Zeilen zum Ausdruck kommt, verdient im Hinblick auf die Diskussion um die Integration von Produkt- und Prozeßdaten sehr ernst genommen zu werden: Für diesen Betrieb – wie für andere auch – bedeutet allein die Realisierung der Kopplung zwischen CAD- und PPS-System schon eine erhebliche Hürde, und das ist nicht nur in EDV-technischem Unvermögen oder mangelnder Schulung der zuständigen Mitarbeiter begründet. Vielmehr weisen die bestehenden Software-Systeme im Umfeld der Konstruktionsabteilung erhebliche technische Defizite auf, wenn unproblematische Kopplungen innerhalb eines heterogenen Umfeldes und reibungsloser Datenaustausch realisiert werden sollen. Die Versprechungen der Broschüren der Systemanbieter (vgl. z.B. HP 1993, Contact 1995) helfen in der betrieblichen Realität nicht weiter.

Der Kommunikations- und Kooperationsbedarf nimmt mit der ansatzweise sich abzeichnenden Parallelisierung von Arbeitsabläufen zu. Der Einsatz vernetzter CAD-Systeme kann die Einführung kooperationsfördernder Organisationsformen, die als Folge neuer Produktentwicklungskonzepte erforderlich werden, nicht ersetzen. Vielmehr sind im Spannungsfeld zwischen organisatorischen Entscheidungen und der Suche nach angemessener technischer Unterstützung die Hindernisse und Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung der Forderung nach informationstechnischer Integration im Bereich der Produktentwicklung zu suchen. Die Frage, ob vernetzte CAD-Systeme teamartige Kooperationsformen in der Konstruktion fördern können, ist letztlich nur dann positiv zu beantworten, wenn die hier aufgeworfenen Probleme auch für den spezifischen Bereich der kleineren und mittleren Betriebe systematisch organisationsbezogen und informationstechnisch einer Lösung zugeführt werden.

4 DAS KOMMUNIKATIONSPROBLEM:

DIE GRENZEN DER „IRGENDWIE“-KOMMUNIKATION

Die im vorigen Kapitel dargestellten Probleme haben einen gemeinsamen Kern: Ausgehend von der Frage nach *Kooperation* im Konstruktionsbüro stoßen wir immer wieder auf die *Kommunikationsstrukturen*, denn in der Konstruktion basiert die Kooperation der Beteiligten in der Regel auf persönlicher Kommunikation. Damit bestätigt sich ein auch in der Literatur dargestellter Zusammenhang: "Kommunikation koordiniert Kooperation und ist selbst wiederum ein Kooperationsprozeß" (Herrmann 1991, S. 73): und "hohe Kommunikationsdichte" gilt als "Voraussetzung

für erfolgreiche Kooperation” (Maaß 1991, S. 21). Ein Zusammenhang zwischen CAD-Einsatz und Kommunikationsstrukturen im Konstruktionsprozeß wird seit langem auch in den Arbeits- und Sozialwissenschaften vermutet. Majrchzak u.a. berichten über US-amerikanische Studien mit völlig gegensätzlichen Ergebnissen: Zum einen zitieren sie die Vermutung, nach der in Gruppen, deren Mitglieder räumlich verteilt arbeiten, die Kommunikation stark behindert wird, da durch den CAD-Einsatz die Tendenz zur Dezentralisierung und damit aber auch die Kommunikationsprobleme noch verstärkt werden würden, wodurch der positive Effekt der Dezentralisierung aufgehoben werden könnte (Majrchzak 1987, S. 164, S. 172 ff.). Zum anderen geben die Autoren aber die Auffassung wieder, daß mit den Mitteln der technischen Kommunikation, die damals mit vernetzten CAD-Systemen verfügbar waren, die Kommunikation der Mitarbeiter untereinander wesentlich erleichtert werde, da der Aufwand für die Kommunikation geringer wurde (ebd.). Die Autoren selbst schätzen den Einfluß von CAD-Systemen auf die Kommunikation je nach Einsatzfeld unterschiedlich ein: Kommunikation im Zusammenhang mit den eigentlich kreativen Akten der Produktentwicklung, wie Entwurf von ersten Konzepten oder Aushandlung von Alternativen, müsse dem persönlichen Gespräch (*face-to-face-conversation*) überlassen bleiben, während die kommunikativen Systemfunktionen in anderen Phasen, wie z.B. Strukturierung der Aufgaben, Kommentierungen, Dokumentation, durchaus nützlich sein können (Majrchzak u.a. 1987, S. 172). Auch wenn wir diese These heute (also zehn Jahre später) im Prinzip immer noch für plausibel halten, muß doch angemerkt werden, daß sich durch neue CAD-Funktionalitäten die Anteile auf beiden Seiten verschoben haben dürften. So werden bei differenziertem und gezieltem Einsatz von Skizzier-Tools, 3D-Modellierern und kooperationsförderlicher CAD-Software (siehe Kapitel 5) Anteile der kreativen Aufgaben sicherlich besser systemtechnisch unterstützt werden können als dies noch vor 10 Jahren denkbar war. Eine kritische Analyse des praktischen Einsatzes und der Potentiale dieser informationstechnischen Möglichkeiten folgt in diesem und dem anschließenden Kapitel.

Nach den Ergebnissen unserer Untersuchung kann der Kommunikationsbedarf im Produktentwicklungsprozeß in den unterschiedlichen Phasen und bei den verschiedenen Aufgabenstellungen des Prozesses wie folgt differenziert werden:

– **Kommunikation und Kooperation im Rahmen der Gesamtaufgabe:**

Die befragten Konstruktionsleiter, Systembetreuer und Konstrukteure halten dies für eine notwendige Grundlage für die angestrebte Eigenverantwortung der einzelnen Bereiche und Mitarbeiter. Überblick und Orientierung am Anderen, Problemdiskussionen sowie Vermittlung des Informationskontextes und Verständigung darüber sind die von den Konstruktionsleitern benannten Gründe für den Bedarf;

– **Koordination zu Projektbeginn:**

Eine frühzeitige Einbeziehung aller Projektbeteiligten und die Berücksichtigung vielfältiger zusätzlicher Informationen (wir kommen darauf später zurück) ist mit einem hohen Koordinationsaufwand in dieser Phase verbunden. Zur Vermeidung eines überladenen Pflichtenheftes ist frühzeitig angesetzte Kooperation vonnöten;

– **Kommunikationsbedarf innerhalb der Abteilung:**

Vor allem der Forderung „Gleicher Informationsstand für alle“ geht eine intensive Kommunikationspolitik voraus: Konstruktions- bzw. Projektleiter müssen den Informationsfluß „nach unten“ sicherstellen, die einzuhaltenden Randbedingungen des Projektes müssen zumindest soweit für alle Mitarbeiter/-innen transparent sein, wie sie deren Einzelaufgaben berühren, und Ergebnisse müssen allen bekanntgemacht werden. Gleicher projektbezogener Wissensstand bei Projektleitung und allen Mitarbeitern gilt – zumindest bei den „Aufkläreren“ unter den Vorgesetzten – als Grundvoraussetzung für erfolgreiche Zusammenarbeit;

– **Kooperationsbedarf bei der Einzelaufgabe:**

Zwei Hauptebenen der Kommunikation sind in diesem Bereich festzustellen: Zum einen muß sich der einzelne Konstrukteur der eigenen Lösung vergewissern und Lösungsvarianten erproben. Dafür braucht er den fachlichen Austausch mit den Kollegen (s. Abschnitt „Zeichnungsdiskussion“, Kap. 3.1). Zum andern sind die mitunter vielfachen Bearbeitungsschleifen zwischen Konstrukteur und Technischer Zeichnerin oder Entwickler und Detailkonstrukteur Anlaß vielfältiger Kommunikationserfordernisse;

– **Koordination mit den nachfolgenden Abteilungen:**

Rechtzeitige Absprachen mit Arbeitsvorbereitung, Fertigung und Montage sind auf dem Wege zum fertigungs- und montagegerechten Konstruieren notwendig; darüber hinaus werden mit dem CAD-Entwurf schon etliche Festlegungen für diese Bereiche getroffen, über die aber der Konstrukteur allein gar nicht den Überblick haben kann.

Wir haben aus den untersuchten Konstruktionsabteilungen zahlreiche Hinweise darauf erhalten, daß die herkömmlichen organisatorischen Strukturen innerhalb des Konstruktionsbüros, aber auch darüber hinaus, vertikal wie horizontal, diesen Anforderungen nicht mehr gerecht werden. Zur Unterstützung dieser These untersuchen wir im folgenden zunächst die abteilungsinterne Kommunikation, besonders im Hinblick auf die Zusammenarbeit mehrerer Konstruktionsmitarbeiter an einem Projekt, und anschließend die abteilungsübergreifende Kommunikation vor dem Hintergrund herkömmlicher und künftiger Projektorganisationsformen.

4.1 Interne Kommunikation – kompliziert genug

Die Kommunikationsprobleme innerhalb der Konstruktionsabteilung resultieren aus dem Widerspruch zwischen dem Bedarf nach hoher Verlässlichkeit von Dokumenten, Informationen und Abläufen einerseits und der hohen Dynamik der Abteilung als sozialer Organisation andererseits. Ob und wie weit es gelingt, diesen Widerspruch *in* der Organisation und *trotz* der Technik leben zu lassen, entscheidet darüber, ob unter den künftigen Anforderungen produktiv gearbeitet werden kann.

Dazu ein Beispiel, das u.E. für viele steht, hier aber von zwei Interviewpartnern treffend auf den Punkt gebracht wird. Zwei Konstrukteure schildern ein Problem bei der Verbreitung von Informationen, das uns symptomatisch zu sein scheint: Die Weitergabe von Informationen über bzw. aus Zeichnungen, die aktuell noch bearbeitet werden, ist einerseits – im Sinne frühzeitiger Information aller Beteiligten – notwendig für die Kommunikation innerhalb der Abteilung, weil sie parallele Bearbeitung von Teilschritten eines Projektes ermöglicht. Sie wirft andererseits aber

auch das Problem auf, daß solche Informationen häufig noch vorläufigen Charakter haben und ihre Weitergabe zu schweren Fehlern führen kann, falls diese Vorläufigkeit nicht erkannt wird:

”... wenn wir aber eine Ausschnittskopie oder sowas weitergeben, dann ist das noch vorläufiger als vorläufig, da steht nämlich noch nicht mal der Auftrag drauf. Dann nimmt einer die Kopie mit, wo drei Maße draufstehen, dann fliegt der Zettel irgendwo rum – da steht nicht drauf, welcher Stand das ist oder sonstwas, das ist wirklich nur eine Kurzinformation von irgendeinem Stand. Wie das dann weitergehandelt wird, das entscheidet darüber, wie groß der Fehler später wird” (Konstr. U5, S. 19).

Die Absicherung über reine Statusattribute reicht offenbar nicht aus, um solche Fehler zu vermeiden. Denn es gehört zum Alltag in einer Konstruktionsabteilung, daß z.B. wegen Urlaub oder Krankheit der eine die Arbeit des anderen fortführen muß. Solange diese Arbeit nicht vorher schon die vorgeschriebene Freigabeprozedur durchlaufen hat, lassen sich bestimmte Aussagen über den Status einzelner Informationen nicht machen. Man wisse nie, so die Konstrukteure, an welcher Stelle bis zu welchem Stand der Kollege gerade gearbeitet hätte. Unter solchen Voraussetzungen sei es nicht möglich, andere Kollegen mit zuverlässigen Informationen aus dieser Arbeit zu versorgen (Konstr. U5, S. 19).

Die Probleme, die die Anforderung „Gleicher Informationsstand für alle“ auslöst, werden mit sehr vielschichtigen Ursachen begründet. Sogar innerhalb relativ kleiner Gruppen sei das Problem nur schwer zu lösen. Das gilt offenbar besonders in Fällen wie diesem, da jeder Mitarbeiter an mehreren Aufträgen gleichzeitig arbeitet¹³. Jeder werde, so die Aussage der schon zitierten Konstrukteure, immer wieder wegen Urlaubs- und Krankheitsvertretungen aus dem Kontext „seiner“ Arbeit herausgerissen, während parallel dazu an anderer Stelle desselben Projekts kontinuierlich weitergearbeitet werde. Dazu erschweren dann noch die konventionelle Arbeitsteilung und überzogene hierarchische Strukturen den notwendigen Informationsaustausch: Wenn innerhalb der Arbeitsgruppe jeder relativ isoliert an Teilproblemen aus mehreren Projekten arbeite, darüber ein Gruppenleiter, mitunter noch ein Hauptgruppenleiter als „Informationssammel punkt“ fungiere, sei es „selbst in einer Gruppe von sieben, acht Leuten extrem schwierig, alle Aufträge auf dem gleichen Stand zu halten“ (Konstr. U5, S. 16).

Wenn die Organisation diese Probleme nicht zu bewältigen in der Lage ist, so haben offensichtlich diejenigen, die ganz „am Ende der Kette“ sitzen, nämlich die einzelnen Mitarbeiter, die Folgen zu tragen und diese müssen sich auf eigene Faust bemühen, sie in den Griff zu bekommen. Denn: „Je niedriger ich in der Ebene sitze, desto stärker wird der Informationsfluß behindert“. Um den kommunikativen Aufwand zur Klärung und Beseitigung von Fehlern zu reduzieren, die Durchlaufzeiten zu verkürzen und eine präventive Qualitätssicherung zu realisieren¹⁴, werden

¹³ Unsere Untersuchung läßt keine Aussage darüber zu, unter welchen *betriebsstrukturellen* Bedingungen dieser Fall eintritt. Ein direkter Zusammenhang zu Produktkomplexität, Gruppengröße o.ä. offensichtlich erscheinenden Variablen scheint nicht herstellbar zu sein.

¹⁴ Methoden der präventiven Qualitätssicherung (z.B. Quality Function Deployment, zu deutsch: Strategische Qualitätsplanung) verlangen, daß so früh wie möglich im Produktdefinitions- und Konstruktionsprozeß Vertreter

hier die weitgehende Formalisierung der Informationen und klare Regelungen des Informationsflusses ("so daß beispielsweise *eine Information, die weitergegeben wird, gewisse Rituale hinter sich hat*") als unvermeidlich angesehen: Nur so sei allen Mitarbeitern eines Projektes derselbe Informationsstand zu sichern.

Es sind aber wohl nicht nur die äußeren Bedingungen, die sich dem notwendigen Informationsfluß widersetzen, denn auch die einzelnen Mitarbeiter/-innen würden, bei aller Einsicht in die Notwendigkeit von Teamarbeit, durchaus auch Eigeninteressen verfolgen:

„Theoretisch habe ich (das Problem der Abstimmung) zwischen zwei Personen schon, wenn der eine die Information hat und der andere nicht. Es ist ein Organisationsproblem, (aber) es ist auch ein Hierarchieproblem. Information bedeutet, ich sage mal ganz brutal, Macht. Wenn ich Information habe, die ein anderer nicht hat, bin ich weiter als derjenige“ (Konstr. U5, S. 17).

Hier wird – neben den allgemeingültigen Macht- und Hierarchiefragen – ein Problem angesprochen, das in seiner Bedeutung für den einzelnen Mitarbeiter im Kontext vernetzter Systeme weit hin unterschätzt wird: der Anteil des „Privaten“ im „betriebsöffentlichen“ Netz. Der Fundus an Alternativ-, Detail- oder „Vorrats“-Lösungen, die früher jeder Konstrukteur in seiner Schreibschublade hatte, ist von der ansonsten begrüßenswerten Offenheit im Netz zunächst einmal bedroht. Dort, wo im Einzelfall die Schublade so verschlossen gehalten wurde, daß optimale Projektlösungen blockiert wurden, ist ein Zwang zu höherer Transparenz nötig. Andererseits darf aber auch die sich hier auslebende „stille Kreativität“ der Konstrukteure nicht durch rigide, individualisierte Regelungen ausgetrocknet werden. Es müssen organisatorische und netztechnische Regelungen gefunden werden, die jedem Konstrukteur seine „private Schublade“ auch im Netz zusichern und es ihm ermöglichen, nicht zuletzt zur eigenen Profilierung bei Bedarf eine Idee „aus der Tasche zu zaubern“. Die Forderung nach gleichem Informationsstand für alle darf also nicht zu überzogenen Transparenzregelungen mit der Folge des „gläsernen Konstrukteurs“ führen.

Die beiden zitierten Konstrukteure sehen die Lösung der benannten Probleme allerdings keinesfalls in einem ausschließlich EDV-getragenen Informationsfluß, ja sie formulieren einige klare Vorbehalte. Sie *bewerten* bzw. *gewichten* Informationen abhängig vom *Übertragungsweg*: Danach seien mündlich übertragene Informationen zwar häufig nur „halbverbindlich“ („ich werde den Termin wohl schaffen“), hätten aber eine „enorm hohe Aussagekraft“ aufgrund ihres Kontextgehalts. Schriftlich oder per Computer übertragenen Informationen werde oft ein objektiver Wahrheitsgehalt zugemessen („das ist dann schwarz auf weiß“), der aber – siehe oben – noch gar nicht unbedingt erreicht sei. Ein vorsichtiger Umgang mit derartigen „Schwarz-auf-weiß“-Informationen ist also offenbar unerlässlich.

aller relevanten Abteilungen, insbesondere Vertrieb, Konstruktion und Fertigungsplanung ihre jeweiligen Vorstellungen zur Spezifikation formulieren und aufeinander abstimmen (Gust, Müller 1996).

Aber diese beiden Konstrukteure erheben auch Anforderungen an die Produzenten von Informationen: Sie verlangen die Einhaltung gewisser „Spielregeln“ auf Seiten der Kollegen, die eine Teilaufgabe bearbeiten, um sicherzustellen, daß Informationen, die man von ihnen übernimmt, ein hohes Maß an Verlässlichkeit aufweisen: „Dann ist es das, also da gibt es kein Rütteln mehr“. Die Menge dieser Spielregeln wird sich in der Praxis zusammensetzen aus einem Satz „harter“ Regeln – expliziter Vorschriften also, wie z.B. daß unbedingt maßstäblich zu zeichnen sei – und einer Reihe von Konventionen, die sich unter den Mitarbeitern im Laufe der Zeit entwickelt haben. Besonders der zweite Teil, die Konventionen, unterliegen einem dynamischen Wandel und können daher nie so gefaßt sein, daß man sich blindlings auf deren Einhaltung verlassen kann. Die Verständigung darüber findet als fortlaufender Abstimmungsprozeß statt und ist für den einzelnen Mitarbeiter – als „Konsument“ von Informationen – die Voraussetzung, um die notwendige Vorsicht in angemessenem Umfang walten lassen zu können.

In die Gewichtung einer Information fließt den beiden Konstrukteuren zufolge weiterhin auch die berufliche Erfahrung mit der *Person* ein, von der die Information stammt:

„Es gibt Personen, da wird gar nicht nachgefragt. Wenn er was sagt, dann ist es das, da wird auch nicht kontrolliert. Und dann gibt es auch Personen, da guckt man schon zweimal nach und rechnet da selber nach“ (Konstr. U5, S. 19).

Durch elektronische Übertragung aber entfällt offensichtlich der soziale Kontext, der solche Beurteilung erst ermöglicht, und mit dem sozialen Kontext fehlt auch der Hintergrund, vor dem sich gegenseitiges Vertrauen als Grundlage für gedeihliche Zusammenarbeit, in funktionaler und persönlicher Sicht, herausbilden kann. Darüber hinaus bringen die beiden Konstrukteure Bedenken vor, die sich auf das bekannte Problem der „Informationsflut“ und auf einen „Zwang zur Information“ beziehen: Zum einen befürchten sie, mit Informationen „behelligt“ zu werden, die ihnen in ihrer augenblicklichen Tätigkeit nicht nur nichts nützen, sondern sie im Gegenteil stören und ablenken. Zum anderen sehen sie sich gezwungen, Informationen explizit machen zu müssen, um sie überhaupt weitergeben zu können, auch wenn für die Explizierung vielleicht noch gar keine ausreichende Grundlage besteht. Das berge die Gefahr in sich, daß die Information zwar „genauer, aber vielleicht falscher“ werde:

„Wenn man mit einer Person spricht und man sagt, 'ach, vielleicht schaffe ich's', dann sagt diese Information weitaus mehr aus als eine Liste, in der steht '8.10.' – 8.10. ist 8.10. genau richtig, oder vielleicht schon 7.10. oder 9.10., weil das ein abgeschätzter fester Zeitpunkt ist. Wenn man aber eine Information kriegt, wo man sagt, 'ach, vielleicht klappt das noch zum 8.10.', dann kommt die menschliche Beurteilungskomponente noch stärker rein; d.h. derjenige, der die Termine macht, der kann sich ein besseres Bild damit verschaffen, als wenn er ein festes Datum irgendwo stehen hat. Der weiß nicht, wie sicher, wie wackelig, wieviel Engagement oder sonstwas dahinter ist, sondern der hat das Datum, und da ist Schluß.“

Hier angesprochene Probleme stehen in engem Zusammenhang mit dem jeweils angewandten Prinzip der Informationsverteilung: *Bringe-* oder *Holepflicht*. Der Systembetreuer aus unserer Expertenrunde erklärt diese Prinzipien folgendermaßen: Bei der Bringepflicht steht auf jeder fertiggestellten Bauunterlage ein Verteiler – „der muß die haben, der muß die haben, der muß

die haben. Die sitzen, ich sage es jetzt mal ganz flapsig, die sitzen jetzt an ihrem Schreibtisch und warten darauf, daß ihnen irgend etwas gebracht wird“. Diese Vorgehensweise müsse von der Holepflicht abgelöst werden: „Das heißt, jeder soll sich gefälligst selber informieren, wie weit das Projekt fortgeschritten ist“. Denn der administrative Aufwand, eine Zeichnung an x verschiedene Stellen zu versenden, sei unvertretbar groß, wenn der Empfänger sich auf sehr leichtem Wege die Unterlagen holen könne, wenn er sie brauche (SB S. 23).

Hier wird auf organisatorischer Ebene eine Entscheidung vorweggenommen, die durch den künftigen Einsatz zentralisierter Informationssysteme wie EDM-Systeme (Electronic Data Management-Systeme) unumgänglich wird. Auf einen (logisch) zentral gehaltenen Pool, der sämtliche ein Projekt betreffende Informationen und Dokumente umfaßt, kann – und muß – jeder beteiligte Mitarbeiter jederzeit zugreifen. Neben erheblichem technischen Aufwand, der dafür getrieben werden muß (Integration unterschiedlichster Anwendungssysteme), bedeutet dies einen tiefen Eingriff in das konventionelle Informationsmanagement, es setzt eigentlich eine veränderte Denkweise der Informationsproduzenten und -konsumenten voraus.

Der Befürchtung unserer Konstrukteure, von der „Informationsflut“ überrollt zu werden, ist sicherlich mit der oben beschriebenen Holepflicht angemessen zu begegnen, weil man sich dann nur das holt, was zur Aufgabenerfüllung (und zur Befriedigung der Neugier) benötigt wird – wenn gesichert ist, daß jeder weiß, wo er sich welche Informationen zu holen hat. Das impliziert natürlich eine für die Mitarbeiter transparente Projektverwaltung, damit sie auch wissen, *wann* die Information bereitsteht. Der Zwang zur vorzeitigen Explizierung von Informationen könnte jedoch durch die Holepflicht eher noch verstärkt werden, weil diese natürlich nur funktionieren kann, wenn jeder Mitarbeiter gehalten ist, alle Informationen, die irgendwo anders benötigt werden könnten, unverzüglich bereitzustellen.

In vielen Betrieben, vor allem den kleineren, besitzen wegen dieser und ähnlicher Bedenken persönliche Gespräche und regelmäßige Besprechungen in der Konstruktion einen hohen Stellenwert. Für die Vermittlung desselben Informationsstandes an alle Projektbeteiligten, für den notwendigen fachlichen Austausch der Mitarbeiter untereinander, für Kontrolle und Kritik sowie für die wünschenswerten sozialen Kontakte wird das *direkte mündliche Gespräch als effizienter eingeschätzt* als alle anderen Kommunikationsformen. Aus der Sicht von Konstruktionsmitarbeitern hat es die folgenden Vorteile: Es ist einfach zu führen, reagiert schneller und unmittelbarer auf Anforderungen, ermöglicht die Diskussion von Problemen und Fehlern sowie die Herstellung von Vertrauen der Mitarbeiter untereinander. Entsprechend dieser hohen Einschätzung des mündlichen Gesprächs wird seitens der Konstrukteure mehrfach bemängelt, daß ihrem Gesprächsbedarf nicht ausreichend Rechnung getragen werde. Bei größeren Problemen, „wo wirklich eine Lösung auf den Tisch muß und mehrere betroffen sind“, werde diese Form der Kommunikation auch von den Vorgesetzten akzeptiert. Aber es sei wünschenswert, wenn das „auch im Kleineren öfters gemacht würde“.

Dennoch steht auch für die meisten Konstruktionsleiter eindeutig, wenn auch mit unterschiedlicher Gewichtung, das persönliche Gespräch zur Schaffung gegenseitigen Vertrauens im Vordergrund. Denn Vertrauen betrachten auch sie als notwendige Voraussetzung, um mit dem Team die gesetzten Ziele zu erreichen. Die Überwachung ihrer Termin- und Qualitätsvorgaben erledigen die Konstruktionsleiter im direkten Kontakt zu den Mitarbeitern: "Kritik per e-mail wirkt demotivierend". Sie verlangen zwar Eigeninitiative und Selbstverantwortung der Mitarbeiter, sind sich andererseits aber auch sicher, daß sie ihre "Pappenheimer" kennen und wissen, wem sie "auf die Finger sehen" müssen¹⁵. Einschränkend müssen wir jedoch feststellen, daß viele Konstruktionsleiter sich mit diesem Anspruch vermutlich selbst überfordern. Denn der Verzicht auf explizite Projektsteuerungs- und Überwachungsinstrumentarien, seien sie organisatorischer oder/und informationstechnischer Natur, wird angesichts der bisher und im folgenden beschriebenen wachsenden Prozeßkomplexitäten dazu führen, daß die Konstruktionsleiter in aller Regel gar nicht mehr in der Lage sein *können*, den selbstpostulierten genauen Überblick zu behalten.

4.2 Abteilungsübergreifende Kooperation – Intensivierung der Kommunikation

Das persönliche Gespräch als zentrale Kommunikationsinstanz erscheint uns für die KuM-Betriebe einerseits angemessen, andererseits begrenzt in seinen Möglichkeiten. Angemessen deshalb, weil die Mitarbeiterzahl gering ist, eine räumliche Nähe von Mitarbeitern und Abteilungen existiert und oft auch die Produktkomplexität relativ gering ist und weil insgesamt die Informationsflüsse relativ überschaubar bleiben. Begrenzt aber aus Gründen, die nähere Betrachtung verdienen, weil sie eng mit den komplexer und komplizierter werdenden abteilungs- und betriebsübergreifenden Beziehungen der Konstruktionsabteilung im Produktentwicklungsprozeß zusammenhängen.

Die Probleme, die aus der wildwüchsigen Verbreitung von Informationen entstehen können, machen prinzipiell nicht vor den KuM-Betrieben Halt. Sicherlich sind daraus resultierende Fehler wieder wettzumachen, weil entsprechender Informationsrückfluß längst nicht so viele Abteilungsgrenzen und Kontrollinstanzen wie in Großbetrieben zu überwinden hat. Das grundsätzliche Problem aber bleibt; gerade der relativ geringe Formalisierungsgrad der "harten" Informationen und der Informationswege trägt dazu bei, daß das eigentlich so effiziente persönliche Gespräch viel zu oft dazu dienen muß, Fehler, die unter einer klareren „Informationsregie“ vermeidbar wären, aufzuspüren und zu beseitigen (vgl. 4.1, Folgen mangelnden Informationsflusses am „Ende der Kette“).

¹⁵ Die Bevorzugung der konventionellen Kommunikation hat ihre Wurzeln sicherlich auch in einer traditionellen Reserviertheit "der" Ingenieure gegenüber (EDV-)technischen Kommunikationsmedien, deren Nutzung teilweise explizit abgelehnt wird. Auf dieses Phänomen kann hier jedoch nicht näher eingegangen werden.

Dieser Tatbestand ist um so problematischer, als tendenziell auch in KuM-Betrieben der Kooperationsbedarf und die Komplexität der Kommunikationsvorgänge rasch wachsen wird. Diese Tendenz wird durch mehrere bereits genannte Zielsetzungen in der Produktentwicklung und -herstellung bestimmt: Das sind vor allem ausgeprägte Maßnahmen der „präventiven“ Qualitätssicherung sowie zur zeit- und kostenkritischeren Entwicklung. Beide Aspekte werden zu einer Verdichtung der abteilungsübergreifenden Kooperationsbeziehungen führen, weil nur so die Einbindung der spezifischen Kompetenzen und Erfahrungen aller Projektbeteiligten in eine optimierte Produktgestaltung möglich ist¹⁶. Darüber hinaus wird der Kommunikationsprozeß nochmals dadurch intensiviert, daß ein großer Teil der „lebenswichtigen“ Entscheidungen im Gesamtprozeß weit nach vorne gezogen werden muß.

Als Beispiel für eine erfolgreich verlaufene Umstrukturierung der Projektorganisation soll uns einer der wenigen Betriebe dienen, die ihre Hierarchien bereits „verflacht“ und mit der Delegation von Verantwortung an die Mitarbeiter ernstgemacht haben (wir wiesen in Kap. 3.2 schon kurz darauf hin). Es zeigen sich jedoch im selben Moment auch ungeahnte Folgen des Umbaus. Von parallelisierter Produktentwicklung kann bei diesem Anlagenbauer (U4) zwar im Großen und Ganzen noch keine Rede sein; man ist aber durch die neue Projektorganisation dem Ziel einer kürzeren Produktentwicklung deutlich näher gekommen. Die Koordination großer Projekte, die eine Laufzeit von bis zu einem Jahr haben, wird in diesem Betrieb in der Regel noch von einer eigenen Projektierungsabteilung geleistet. Bei allen anderen Projekten, deren Laufzeiten von wenigen Wochen bis zu einigen Monaten betragen, wird jedoch einem Konstruktionsmitarbeiter die Zuständigkeit für das gesamte Projekt übertragen, er bekommt, im Firmenjargon gesprochen, „den Hut auf“. Die zusätzlichen Anforderungen und Belastungen, die auf den einzelnen Konstruktionsmitarbeiter zukommen, sobald er in umfassende Projektverantwortung genommen wird, schildern uns zwei Konstrukteure dieser Firma:

„Er kriegt eine Mappe, darin ist die Aufgabe beschrieben, und dann muß er wirklich von A bis Z die Sache betreuen. Das heißt, die anderen Gewerke zusammenholen, die Schnittstellen besprechen, dann hier im Hause für die Sonderkonstruktionen, wenn welche dabei sind, die Aufgaben formulieren, wie das auszusehen hat; dann geht er weiter, er muß auch die elektrischen Schnittstellen definieren, das muß er dann mit der Elektroabteilung zusammen machen. Er ist wirklich für alles verantwortlich, bis eben zur Übergabe beim Kunden.

F: Das heißt, bei diesen komplexen Projekten hat er sehr viel Organisationsarbeit zu leisten?

A: Ja, das ist ja auch der Sinn der Sache, und insofern haben Sie natürlich recht – bei kleinen Dingen ist natürlich nicht so viel zu tun, aber bei großen Dingen... – das ist Wahnsinn, wenn Sie das sehen, da ist einer mehr als ausgelastet, überhaupt diesen ganzen Schriftwechsel zu beantworten und auf die Reihe zu bringen. Da sammelt sich das Papier, das ist unwahrscheinlich (...) das ist ein ganzes Konsortium, und da geht die Post immer in die Runde. Und man kriegt auch alles... wenn zwei Firmen sich unterhalten, kriegt die dritte das natürlich auch im-

¹⁶ Nicht nur Qualitätsmängel sind zu beseitigen; denn auch *zu hohe* Qualität und *zu umfangreiche* Funktionalität führen gerade im mittelständischen deutschen Maschinenbau immer wieder zu Produkten, die am Markt- bzw. am Kundenbedarf vorbei produziert wurden und deren hohe Kosten deshalb nicht realisiert werden können.

mer als Kopie mit. (...) Und große Firmen, die sind ja auch ganz anders organisiert, da hat so ein Projektleiter alleine zwei Leute mitlaufen, die sich um Fax und sowas kümmern.

F: Aber das bedeutet doch, daß dann vorübergehend wirklich die konstruktive Arbeit, jedenfalls bei solchen Projekten, in den Hintergrund tritt und man sehr viel Organisationsarbeit machen muß?

A: Mitunter ja, das kann tödlich sein“ (Konstr. U4, S. 6).

Wir zitieren hier diesen Konstrukteur so ausführlich, weil darin die ganze Ambivalenz der neuen Organisationsstrukturen zum Ausdruck kommt: Der Abbau von Hierarchien führt eben *auch* dazu, daß die zuständigen Sachbearbeiter auf der „untersten“ Ebene die Koordinierungsleistungen zu erbringen, den Informationsaustausch sicherzustellen und zusätzliche inhaltliche Arbeiten wie Schnittstellenklärungen zu leisten haben. Das wirft Probleme auf mehreren Ebenen auf: Erstens die Qualifikation der Mitarbeiter betreffend: In der Regel – wie auch im vorliegenden Fall – werden sie nicht eigens geschult und müssen sich „on the job“ in die neuen Aufgaben hineinfinden. Dies ist nicht nur hinsichtlich zusätzlicher Belastungen relevant, sondern wirft auch die Frage nach angemessener Vergütung auf: Zweitens das Qualifikationspotential der Firma bzw. Abteilung insgesamt betreffend: Es kann langfristig nicht die Optimallösung sein, wenn die Firma ihre fähigsten Ingenieure verschleißt, indem diese zeitweise zu 100 Prozent mit eigentlich fachfremden Aufgaben befaßt sind: Drittens den Informationsfluß betreffend: Der „Mann mit dem Hut“ muß das Problem des horizontalen Informationsflusses lösen, wenn er, wie oben geschildert, den vielfältigen nach außen gerichteten Kommunikationsbedarf meistern will. In Kap. 3.2 haben wir jedoch gezeigt, daß die Lösungsvorschläge für dieses Problem die Grundfesten betrieblicher Organisation und herkömmlicher Informationstechnik erschüttern können – es lediglich auf die Sachbearbeiterebene zu verschieben, ist keine ausreichende Perspektive!

Ein weiteres Beispiel zeigt, daß die wachsende Bedeutung der frühen Phasen der Projektentwicklung in vielen Betrieben durchaus erkannt wird, dem daraus resultierenden erhöhten Kooperationsbedarf aber eher in einer „ad hoc“-Weise begegnet wird: Beim Serienfertiger BeA/S1 führten bestehende Mängel in der Produktentwicklung zum Bedarf nach einer Neuorganisation, die die frühzeitige Einbeziehung aller mit der Produktentwicklung befaßten Bereiche und Mitarbeiter zum Ziel hat. Ein Konstrukteur schildert zunächst die konventionelle Vorgehensweise, nach der Anregungen für Änderungen an bestehenden Geräten oder zur Entwicklung neuer Produkte vom Vertrieb ausgehend über die Geschäftsführung an die Konstruktion herangetragen werden. Auf diese Weise ist die Konstruktion nur noch zuständig für die Umsetzung mehr oder weniger fertig ausgearbeiteter Konzepte. Mit diesem Verfahren beabsichtigt das Management vermutlich die Absicherung der vorgegebenen Qualitätsstandards. Einer integrierten Qualitätssicherung läuft es jedoch zuwider und ist darüber hinaus nach Auffassung des Konstrukteurs äußerst unproduktiv, denn:

„Ist ja klar, ein Verkäufer oder ein Vertriebsmann will möglichst immer viel hineinstecken (in die Funktionalität des Produktes). (...) Wobei, wenn man dann wirklich mal der Sache auf den Grund geht, wer braucht so ein Gerät und wofür braucht er es, dann stellt man fest, das tut alles gar nicht nötig!“ (Konstr. S1, S. 6).

Vor allem das hinter dieser Klage stehende Problem, mangelnde Kunden- und Marktnähe nämlich, sieht der Konstrukteur durch die neue Herangehensweise gelöst:

„Ein Konstrukteur, der nicht genau weiß, was mit seinem Produkt passiert, der ist immer schlimm dran. Und von den 11 Jahren, die ich hier beschäftigt bin, war ich vielleicht drei-, viermal beim Kunden und habe gesehen, was der denn eigentlich mit den Geräten macht, die wir herstellen. Das hat sich nun etwas geändert. Wir sind also häufiger mal draußen, wie man so schön sagt, im Feld und gucken, wo die Probleme liegen, und können dem Betreiber selbst Anregungen geben, wie er damit arbeiten kann, und können auch eine ganze Menge mitnehmen für die Konstruktion, worauf wir mehr achten müssen. Und das ist, sage ich mal jetzt, zufriedenstellender, das Ganze – die ganze Tätigkeit eines Konstrukteurs, wenn er auch mal sieht, was wird draußen gemacht. Für mich war es erschreckend, was ich da gesehen habe, wie wirklich mit den Geräten umgegangen wird. Das hätte ich nie für möglich gehalten, das war ein böses Manko für B., daß die Konstrukteure nicht vor Ort sein durften oder konnten“ (ebd.).

Dieses „Manko“ hat der Konstruktionsleiter offenbar erkannt und die vom Konstrukteur ange-deuteten Veränderungen veranlaßt. Als Motive hierfür nennt er größere Markt- und Kundennähe, verbesserte interne Abstimmung (entspricht fertigungsgerechtem Konstruieren), bessere Produktqualität und Kosteneinsparungen. Sowohl Änderungen eines Serienprodukts, die einen Großteil der Arbeit ausmachen, als auch Neukonstruktionen, die relativ selten vorkommen, werden jetzt in abteilungsübergreifenden Teams bearbeitet. Erstaunlicherweise ist der formale Aufwand im Falle von Änderungen deutlich höher – es wird eine Kommission mit Vertretern aus Gütesicherung, Konstruktion, Service und Geschäftsleitung gebildet, die entscheidet, welche Maßnahmen eingeleitet werden sollen –, während Neuentwicklungen anscheinend mit geringerem Organisationsaufwand auf den Weg gebracht werden. Wichtig ist die Zusammenarbeit der verschiedenen Bereiche, um die genannten Ziele zu erreichen:

„Für Neuentwicklungen von Gerätebaureihen (...) gibt es inzwischen auch schon Projekte, wo wir ein Team gebildet haben, das aber dann nicht nur aus Konstrukteuren bestand. Wir hatten beispielsweise ein Dreimannteam gebildet, wo jemand aus der Fertigung und jemand aus dem Servicebereich mitgearbeitet haben, um ein wichtiges Projekt zügig durchzuziehen. (...) Das ist eine bewußte Entscheidung, mehr oder weniger eine neue Firmenphilosophie (...), einfach, um mit einem qualitativ besseren Gerät auf den Markt zu kommen und natürlich auch kostengünstiger, so daß also praktisch alle Bedürfnisse aller Abteilungen und die Kundenbedürfnisse besser in das Gerät einfließen. Weil wir – der Konstrukteur – einen doch sehr geringen Kontakt zum Kunden haben, versuchen wir also, die Abteilungen, die beim Kunden vor Ort tätig sind, wie beispielsweise der Service, mehr in die Entwicklung einzubinden, um davon wegzukommen, in bestehenden Serien sehr viel ändern zu müssen, weil das sehr kostenaufwendig ist (...) auch mit dem Ziel, Entwicklungszeiten zu kürzen“ (KL S1, S. 6).

Auch mit Arbeitsvorbereitung, Gütesicherung und Fertigungsplanung stehen die Konstrukteure bereits „im Vorwege“ in engem Kontakt, um „abzuklären, wie zu verfahren ist“.

Daß in diesem Betrieb die beschriebenen neuen Ansätze der Ablauforganisation die Kommunikationsprobleme und Informationsdefizite nicht gravierend verschärfen, liegt vermutlich hauptsächlich daran, daß Produkte geringer Komplexität (ein Gerät besteht aus ca. 50 Einzelteilen) in Serie gefertigt werden und folglich die Gesamtmenge der produkt- und projektbezogenen Informationen und Kommunikationsvorgänge ein überschaubares Maß nicht so schnell überschreitet. Anders dürfte es bei größeren Anlagenbauern und Herstellern von Sondermaschinen aussehen,

die in den meisten Fällen hochkomplexe Unikate produzieren und daher schon im Vorfeld der eigentlichen Produktentwicklung eine ungleich größere Menge an Informationen zu bearbeiten und kommunikativ zu bewältigen haben. Auch hier verschärft das Problem der „vorläufigen“ Information häufig nochmals die Lage, diesmal hauptsächlich verursacht durch die Auftraggeber: denn die können in vielen Fällen im vorhinein keine vollständige Anforderungsspezifikation für das gewünschte Produkt angeben, sondern sind darauf angewiesen, daß in etlichen Kommunikationsschleifen mit den Produktentwicklern ein gangbarer Weg zwischen ihren eigenen vagen Vorstellungen und den aufgezeigten Realisierungsmöglichkeiten herausgearbeitet wird.

Wir wagen die Prognose, daß durch die Intensivierung der Kommunikation die so vertraut gewordenen Formen der „Irgendwie“-Kommunikation in vielen Betrieben an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit stoßen werden. Denn die Anzahl der produkt- und projektbezogenen Informationen, der Übermittlungs-, Austausch- und Nachfragevorgänge sowie die Anzahl der beteiligten Kooperationspartner vergrößern sich erheblich – die Kommunikationsfähigkeit der Organisation indes bleibt begrenzt. Die Folge: Die Grenzen des Überschaubaren werden erreicht und überschritten.

Die beiden obigen Beispiele zeigen, daß in einigen Betrieben der organisatorische Handlungsbedarf durchaus erkannt wurde. Die Palette der in den Betrieben unserer Studie durchgeführten oder geplanten Maßnahmen ist noch um einiges breiter. Es soll hier jedoch lediglich zusammenfassend gestreift werden, daß sie neben der Hinzuziehung von Konstrukteuren zur Auftragsbesprechung beim Kunden und der Benennung jeweils eines Konstrukteurs als Projektverantwortlichen, weitere Maßnahmen von der bewußt gruppenorientierten Raumgestaltung über die Neubewertung von Besprechungen auf Mitarbeiterebene bis hin zum teamorientierten Neuaufbau der gesamten Organisation umfaßt.

Solche gravierenden Eingriffe in die hergebrachten Organisationsstrukturen dienen sicherlich der Bewältigung des Kommunikationsdilemmas. Kaum einer der bisher in diesem Kapitel zitierten Konstrukteure und Konstruktionsleiter klagt jedoch eine verbesserte *informationstechnische* Unterstützung zur Bewältigung sowohl der gewachsenen kooperativen und koordinativen Aufgaben als auch der Informationsflut ein. Uns interessiert daher die Frage: Warum verhalten sich die Betriebe in ihrer überwiegenden Mehrzahl gegenüber den Mitteln zur *technischen* Unterstützung der Kommunikation so zurückhaltend? Unsere These: Handhabung, Bandbreite und Flexibilität der verfügbaren CSCW- und Informationssysteme entsprechen nicht dem realen Bedarf der KuM-Betriebe.

Um diese These zu belegen und Alternativen aufzuzeigen, müssen wir etwas weiter ausholen. Die beschriebenen einzelnen Maßnahmen stehen ebenso wie die zitierten, subjektiv erscheinenden Einzelmeinungen zwar als Beispiele für viele, als *Trendindikatoren*. Um aber einer ausschließlich ebenso subjektiv erscheinenden Bewertung dieser empirischen Ergebnisse zu entgegen, werden wir sie an einer weithin anerkannten Zielsetzung der betrieblichen Umgestaltung

messen: Das bereits erwähnte *Simultaneous Engineering* gilt in Management- und wissenschaftlichen Kreisen als zumindest *ein* wichtiges Leitbild zur Reorganisation der Produktentwicklungsprozesse. Im folgenden wird zunächst untersucht, wie in der Literatur der vielfältige und wachsende Kommunikations- und Informationsbedarf unter diesem Leitbild diskutiert wird. Es wird sich zeigen, daß einige unserer Erkenntnisse nicht ohne weiteres mit dieser Diskussion in Einklang zu bringen sind.

5 INFORMATIONSTECHNISCHE UNTERSTÜTZUNG FÜR TEAMARBEIT: GESTALTUNGSBEISPIELE

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung, die Formulierung von technischen Gestaltungskriterien für kooperations- und kommunikationsunterstützende Software für die Konstruktion in KuM-Betrieben, werden wir in diesem Kapitel erreichen. Das oben ausgebreitete und analysierte empirische Material dient uns dabei als Grundlage für die Skizzierung dreier Teilsysteme, die unter sicherlich leicht idealisierten, aber dennoch der Realität verhafteten Bedingungen in nächster Zukunft die technischen Voraussetzungen für Teamarbeit in der Konstruktion verbessern können.

Zuvor werden wir in einem Exkurs über *Simultaneous Engineering* einige Grundannahmen der einschlägigen Literatur herausarbeiten, um *Umfang* und *Grenzen* der „Computerisierung“ der innerbetrieblichen Kommunikation zu klären.

5.1 Simultaneous Engineering: Lösung oder Zuspitzung?

Zunehmende Komplexität von Produkten und Prozessen, vor allem durch gestiegene Anforderungen an Qualität, Funktionalität und Umweltschutzaufgaben, sowie wachsender Zeit- und Kostendruck haben zu einer breiten Diskussion über neue Leitbilder für eine zukunftsweisende Gestaltung der Produktion geführt. Ein solches Leitbild, das sich dezidiert auf den Bereich der Produktentwicklung bezieht, ist das *Simultaneous Engineering* (SE) – eine möglichst weitgehende Integration und Parallelisierung der einzelnen Aufgaben im Prozeß der Produktentwicklung. Wesentliche Bestandteile des SE sind die Berücksichtigung von wechselseitigen Zusammenhängen und die Verbesserung der Arbeitsorganisation hin zu mehr Kooperation und Kommunikation auf allen betrieblichen Ebenen und sogar darüber hinaus auf der Ebene betriebsübergreifender Zusammenarbeit.

Die zu Beginn dieses Kapitels genannten fünf verschiedenen Ebenen des Kommunikationsbedarfs sind daher in ihrer Gesamtheit als integraler Bestandteil einer dem Leitbild SE folgenden betrieblichen Organisation zu verstehen. Denn in einem derart strukturierten Produktentwicklungsprozeß wächst auch der projektbezogene Koordinationsbedarf ebenso wie die Menge sowohl der verfügbaren als auch der benötigten Informationen enorm – und damit auch die Notwendigkeit der vielfältigen Abstimmung, die wiederum als Kommunikationsprozeß zwischen

den jeweils Beteiligten verläuft. In der Literatur wird jedoch einseitig die Bewältigung der *Informationsaufgaben* in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt.

Die strategische Bedeutung des „Gutes“ Information wird schon in den frühen Publikationen über *simultaneous engineering* (SE) hervorgehoben. Information und Wissen¹⁷ werden hier als Ressourcen wie Arbeitskraft, Maschinen und Material betrachtet und genutzt: "actual realization of the Concurrent Engineering¹⁸ vision can only be accomplished by taking full advantage of those resources [of information and knowledge; U. F. u. W. M.]" (Painter u.a. 1991, S. 11). Die Begründung für eine so hohe Bewertung von Information ist unter anderem in der Definition von *concurrent engineering* in einer Studie des *Institute for Defense Analyses* (IDA) zu finden, die die Aufgabenverteilung im Produktentstehungsprozeß behandelt:

"Concurrent engineering is a systematic approach to the integrated, concurrent design of products and their related processes, including manufacture and support. This approach is intended to cause the developers, *from the outset, to consider all elements of the product life cycle* from conception to disposal, including quality, cost, schedule, and user requirements" (Winner u.a. 1988, zitiert nach Painter u.a. 1991, S. 4; Hervorhebung U. F. u. W. M.).

In der Forderung, von vornherein alle Stadien des Produktlebenszyklus' zu berücksichtigen, finden sich auch einige der von uns genannten Gründe für die Intensivierung der Kommunikation wieder (vgl. bsd. Kap. 4.2). Die Forderung münden Painter u.a. zufolge wiederum in einen erheblich erhöhten Informationsaufwand:

"The Concurrent Engineering environment must retain emphasis on information and knowledge transfer in a 'feed-forward' character, as with serial engineering, while assuming an additional emphasis on feedback from downstream activities to support upstream conceptualization, requirements definition, and design phases" (Painter u.a. 1991, S. 11).

Der weit vorausreichende Blick in den frühen Entwicklungsphasen und der notwendige Informationsfluß in *beide* Richtungen führen genau zu den Problemen, die wir im Bericht der Konstrukteure über die Verbreitung „vorläufiger“ Informationen hervorgehoben haben. Krause und Beitz wollen diesem Problem der „Verarbeitung unvollständiger und unsicherer Informationen“ mit dem Einsatz von Werkzeugen der Wissensverarbeitung zu Leibe rücken (Krause, Beitz 1993, S. 7). Painter u.a. beantworten die neuen Anforderungen damit, daß sie dem betrieblichen Informationsmanagement ein Bündel weitreichender Aufgaben zuweisen, mit denen das Informations- und Wissenspotential des gesamten Betriebes – „the corporate Brain Trust“ – nutzbar gemacht werden soll. Die Aufgaben umfassen im wesentlichen das Erfassen, die Aufbereitung,

¹⁷ Die Unterscheidung Information – Wissen sei an dieser Stelle vernachlässigt, weil auf "Künstliche Intelligenz"-Techniken basierende "Wissenssysteme" das aktuelle Problem nicht *per se* lösen und eine Analyse ihrer Potentiale den Rahmen dieses Artikels sprengen würde.

¹⁸ concurrent engineering = simultaneous engineering. Auf diese Synonymität weisen zum Beispiel Krause und Beitz hin (1993, S. 7).

Fortentwicklung und Verbreitung der Informationen nach strategischen Plänen des Unternehmens (Painter u. a. 1991, S. 11).

Die zuletzt zitierten Sichten auf das Informationsproblem sind von funktionalen, an betrieblich-strategischen Erfordernissen orientierten Kriterien geprägt. Die umfassende Verfügbarkeit von Informationen im Rahmen von SE-Prozessen wird dabei zum *Ziel an sich*. Es ist zu befürchten, daß in der betrieblichen Realität entsprechende Sichtweisen zu neuen Formen von übermäßig bürokratisierter und zentralisierter Informationsverarbeitung führen, die – anderslautenden Beteuerungen zum Trotz – den Bestrebungen nach mehr Dezentralisierung, Teamarbeit und Delegation von Verantwortung zuwiderlaufen. Die oben beschriebenen Kooperations- und Kommunikationsprobleme werden in der SE-bezogenen Software-Entwicklung als explizites Thema vielfach nicht ausreichend wahrgenommen. Es werden zwar Methoden zur „Koordination von Teamarbeit“ (Gausemeier, Frank, Genderka 1994) gefordert, nicht aber nach ihren unterschiedlichen Einsatzfeldern differenziert (z.B. Bullinger, Marcial 1994). Damit wird eine Tendenz forciert, die statt zu flexibler Unterstützung vielfältiger Kooperationsformen vielmehr zu starren Prozeßschemata führen kann, die von vornherein wieder von Erstarrung bedroht sind: „Umfangreiche Softwaresysteme (tragen) eher dazu bei, die Organisation in ihrem formalen Charakter zu verstärken, zu Lasten einer flexibleren, informellen Organisation“ (Falck 1992, S. 164). Ernstzunehmende Bestätigungen für diese Befürchtung liefern aktuelle Anwenderberichte, z. B. über einen weltweit agierenden Computerhersteller, der eine zentrale Stabstelle zur Erfassung und Verteilung sämtlicher Entwicklungs- und Fertigungsdaten eingerichtet hat – ein einziges, globumspannendes Informationsmanagement (Jenuwein 1995).

Solche neozentralistischen Strategien sind ohne weitestreichende Formalisierung von Prozessen, Informationen und Informationswegen gar nicht denkbar. Diese Tatsache korrespondiert mit einem entsprechenden Trend im *mainstream* der Debatten um Software-Entwicklung und Konstruktionsmethodik, der Formalisierung und Standardisierung der *Objekte* des Produktentwicklungsprozesses (Produktdatenmodell) sowie der *Prozesse* selbst (Prozeßkettenmodell) umfaßt. Einheitliche Beschreibungen von Produktmodell, Austauschformaten und Prozessen sind sicherlich erforderlich, um die angestrebten Rationalisierungseffekte und eine reibungslose Zusammenarbeit, auch in überbetrieblichen Kunden-Lieferanten-Verhältnissen, zu erreichen. Die *Formalisierung* der Beschreibungen ist dabei die selbstverständliche Voraussetzung, um die Potentiale vernetzter Rechner für diese Ziele effektiv nutzen zu können (Majrchzak u.a. 1987, bsd. S. 174 f.).

Software, insbesondere Projektmanagement- oder Workflowmanagement-Systeme dürfen aber nur den *Rahmen des Möglichen und Notwendigen* vorgeben; in Software gegossene organisatorische Strukturen können dagegen zu verheerender Inflexibilität führen. Grudin (Grudin 1994) betont, daß mit der Implementation standardisierter Abläufe die Realität niemals vollständig erfaßt werden könne, weil unvorhergesehene Situationen zum Regelfall gehören und die Mitarbeiter zu Abweichungen und Modifizierungen zwingen: „groupware that enforces 'standard proce-

dures' may bring work to a halt“ (Grudin 1994, S. 98)! Falck hebt die Bedeutung der informellen Kommunikation gerade für diese „Nicht-Standard“-Situationen hervor (1991, S. 163)¹⁹.

Sie beschreibt jedoch „die Tendenz, einzelne Momente (kooperativer Arbeitszusammenhänge) isoliert durch Technik zu unterstützen und aus dem Zusammenhang der jeweiligen Konstellation von individuellen Arbeitstätigkeiten herauszulösen. Ebenso findet die informelle Organisation als Komplement der formalen Organisation bisher wenig Beachtung bei der Gestaltung rechnergestützter kooperativer Arbeit“ (Falck 1992, S. 166). Der Trend zur Formalisierung kann deshalb auch dem beschriebenen Kommunikationsdilemma der KuM-Betriebe nicht gerecht werden, denn es besteht die Neigung, die innerbetrieblichen *Kommunikations*prozesse darin unreflektiert zu vereinnahmen (vgl. z.B. HP 1993, einige Beiträge in Gausemeier 1994²⁰). Das könnte dazu führen, daß letztendlich Systeme aus organisatorischer und technischer Infrastruktur entstehen, die weder den Abteilungen noch den Mitarbeitern den Raum bieten, darüber zu entscheiden, *welche* Kommunikationsformen in ihren Arbeits- und Aufgabenzusammenhängen am sinnvollsten sind. Dazu sagt ein Systembetreuer:

„Ich finde auch weiterhin richtig, so wie es hier gehandhabt wird: wenn Fragen sind, werden nicht über's System Nachrichten hin- und hergeschickt, sondern die Leute gehen weiterhin aufeinander zu und unterhalten sich darüber. Nicht, daß der Rechner kontrolliert und sagt: hier ist ein Problem, und alles wird vom Rechner übernommen, sondern ein bißchen menschlich soll es doch bleiben.“

Bisher aber hat weder in der Literatur der zitierten Art noch in einschlägigen Anwenderberichten eine aufgaben- und arbeitsorientierte Sicht auf die Kooperations- und Kommunikationsprobleme einen angemessenen Platz gefunden. Es ist offenbar erforderlich, einen fundamentalen Irrtum aufzuklären:

Die *umfassende Verfügbarkeit* (bzw. „Zur-Verfügung-Stellung“) aller Daten bietet keine ausreichende (Informations-)Grundlage für teamartige Kooperationsformen. Statt dessen sind einerseits die bereits kurz erwähnten organisatorischen, räumlichen und zeitlichen Voraussetzungen für kooperative Arbeitszusammenhänge zu schaffen, andererseits, nämlich auf der informationstechnischen Seite, bedürfen die in den vorangegangenen Kapiteln dargelegten und analysierten Kooperations- und Kommunikationsprobleme in den Konstruktionsabteilungen der KuM-Betriebe sehr gezielter Abhilfe, wenn man arbeits- und aufgabenorientierten Lösungen näherkommen will. Dazu gehören

- die Schaffung einer kommunikationsfreundlichen medialen Infrastruktur,

¹⁹ Falck stellt noch einen weiteren interessanten Zusammenhang her, auf den wir hier nicht näher eingehen können: Die Bedeutung der informellen Kommunikation zur Wiederaneignung veränderter formaler Organisation, zur Entwicklung eines neuen, angemessenen Umgangs mit bzw. „Sichtweisen“ auf die neue Organisation (Falck 1992, S. 167).

²⁰ vgl. aber auch neuere Arbeiten, z.B. Oehlmann 1996, der neben der Verfügbarkeit von Informationen ausdrücklich *auch* den Stellenwert der informellen Kommunikation hervorhebt. Allerdings werden auch hier beide Anteile strikt voneinander getrennt betrachtet.

- die Bereitstellung eines kooperationsförderlichen CAD-Systems sowie
- zur informationstechnischen Unterstützung eines angemessenen Informationsmanagements eine *kooperationsgerechte Modellierung von Informationen und Prozessen*.

Dies sind, zunächst nur in Schlagworten, die grundlegenden Anforderungen, die Teamarbeit an eine informationstechnische Infrastruktur stellt. Nur dann können die Individuen und Gruppen, die den Produktentwicklungsprozeß tragen, sinnvoll, kreativ und – nicht zuletzt – produktiv mit den riesigen Informationsmengen umgehen, und nur dann ist zu gewährleisten, daß die Ressource Information für die Realisierung von SE wirklich voll ausgeschöpft werden kann.

In den abschließenden Abschnitten dieses Kapitels werden wir zu allen drei Anforderungen einen Lösungsansatz skizzieren. Zuvor sind jedoch noch einige Überlegungen zu einer differenzierteren Herangehensweise an die Formalisierungsaufgaben anzustellen, um zu formalisierende von nicht oder nur teilweise zu formalisierenden Anteilen der Kommunikations- und Informationsvorgänge gezielt abgrenzen zu können.

Zweck und Grenzen der Formalisierung – Begriffsdefinitionen

Für hochgradig durchorganisierte Großbetriebe mögen die Folgen der Formalisierung von Kommunikationsprozessen nicht so gravierend sein. In unseren KuM-Betrieben wird nach unserer Erkenntnis aber genau deshalb vor einer weitergehenden Rechnerunterstützung für die teamartige Kooperation zurückgeschreckt. Um den erkannten Problemen der „Kleinen“ gerecht werden zu können, müssen die unterschiedlichen Anteile des Gesamtprozesses aufgabenbezogen auf ihre Formalisierbarkeit hin untersucht werden. Dazu legen wir noch einmal unsere Unterscheidung zwischen Information, Informationsfluß und Kommunikation dar:

- *Informationen* sind alle Daten, die während der Produktentwicklung entstehen bzw. benötigt werden, d.h. das eigentliche Produktmodell, Teilelisten etc. Sofern die Informationen in Form von Dokumenten (z.B. Konstruktionszeichnung) vorliegen, die hochformalisierte Strukturen besitzen, können sie sinnvollerweise in elektronischer Form zur Verfügung gestellt werden.
- Der *Informationsfluß* beschreibt den Weg der verschiedenen Informationen, den sie jeweils zurücklegen müssen, um ihren Austausch zu gewährleisten, gleichen Informationsstand herzustellen, die Voraussetzung für Kontrolle und Koordination zu schaffen und die Weiterbearbeitung durch andere Mitarbeiter oder an anderem Orte zu ermöglichen. Auch der Informationsfluß kann weitgehend formal beschrieben werden und ist damit ebenfalls einer Abbildung in vernetzten CAD-/EDV-Systemen zugänglich.
- Die *Kommunikation* in der Konstruktionsabteilung ist in diesem Zusammenhang Kommunikation *über* Informationen. Sie dient z.B. der Verständigung über neue Aufgaben, der gemeinsamen Lösung von Problemen, der Rückmeldung von Fehlern und Änderungen. Sie trägt aber nicht zuletzt auch zur Herstellung des „Klimas“ bei, d.h. sie sichert soziale Beziehungen, die die Voraussetzung für gegenseitiges Vertrauen im Umgang mit Informationen, für Arbeitszu-

friedenheit und kreative Entfaltung sind. Einer produktivitätsorientierten Gestaltung des Produktentwicklungsprozesses muß also zunächst daran gelegen sein, die Voraussetzungen für persönliche Kommunikation so weit wie möglich zu erhalten. Auf die begrenzten Kapazitäten dieser Kommunikationsform wurde jedoch ebenfalls schon hingewiesen (vgl. Kap. 3).

Diese Abgrenzung der Begriffe eignet sich als Grundlage für eine differenziertere Gestaltung von Software-Systemen zur Unterstützung der teamartigen Kooperation in der Konstruktion. Besonders der letzte Punkt über Kommunikation setzt der Formalisierung wohlbegründete klare Grenzen, während die beiden ersten Punkte die Bereiche skizzieren, die – teilweise vollständig – informationstechnisch abzubilden sind. Damit bewegen wir uns auf der Linie der „aufgeklärten“ Informatik. Dieser geht es nicht um die Frage, „what can be (efficiently) automated“ (Denning u.a. 1989), sondern sie will bewußt Grenzen ziehen: Der Leitgedanke „Nicht die Maschine, sondern die Organisation und Gestaltung von Arbeitsplätzen steht als wesentliche Aufgabe im Mittelpunkt der Informatik“ (Coy 1989, S. 257) läßt die Frage anders stellen: Was *wollen* wir automatisieren und was nicht? Mit dieser Maxime in Einklang sehen wir die Anforderungen, die Koch u.a. an vernetzte Computersysteme stellen, die „selbständige Gruppenarbeit vorteilhaft unterstützen“ (Koch u.a. 1993). Sie bezeichnen u.a. die freie Wahl der Arbeitsmittel und die Wahrung individueller Spielräume bei der Aufgabenbearbeitung (ebd., S. 290) als zentrale Voraussetzungen. In den folgenden drei Beispielen zeigen wir, daß dieser Gestaltungsanspruch umsetzbar ist.

5.2 Computer Supported Concurrent Design

Im ersten Beispiel soll es um Software-Unterstützung für Teamarbeit im eigentlichen Konstruktionsprozeß, also um das gleichzeitige Entwickeln und Ausarbeiten eines gemeinsamen Projektes gehen. Beispielhaft beziehen wir uns dabei auf ein System zur Unterstützung von *concurrent design*, das im Rahmen eines früheren ESPRIT-Projektes bis zum Prototypen entwickelt wurde, zur Zeit aber nicht mehr weiterverfolgt wird²¹.

Eine Vorbemerkung zu der hier diskutierten Lösung: Sie ist nur relevant für Entwurf und Konstruktion *komplexer* Produkte, an denen tatsächlich mehrere Konstrukteure gleichzeitig arbeiten²². Wir halten sie dennoch für wert, wieder aufgegriffen zu werden, weil sie in beispielhafter Weise zeigt, wie bereits vorhandene Formen der Teamarbeit von Konstrukteuren mit geeigneter

²¹ Der an dem Projekt beteiligte CAD-Hersteller wurde mittlerweile von einem Konkurrenten übernommen, bei dem die Projektergebnisse in der Schublade verschwunden sind.

²² Diese Einschränkung ist für die hier betrachteten Probleme der KuM-Betriebe nicht unerheblich – in der Mehrzahl der untersuchten Konstruktionsabteilungen wurde nur von ein bis zwei Konstrukteuren an Produkten geringerer Komplexität gearbeitet.

Software unterstützt und weiterentwickelt werden können, ohne den Konstrukteuren unangemessene Kooperationsstile oder Kommunikationsstrukturen aufzuzwingen.

Bei der Lösung handelt es sich um ein ambitioniertes kooperationsunterstützendes CAD-System (Grabowski/Schmidt 1992; Schmidt 1993), das *concurrent design* durch die Zuweisung von sogenannten Konstruktionsräumen („design spaces“), dreidimensionalen geometrischen Räumen, ermöglicht. Die zu konstruierende Maschine wird in funktionale Einheiten zergliedert, die je ein Konstrukteur in je einem Konstruktionsraum verantwortlich bearbeitet. Die Zergliederung des Produktentwurfs in funktionale Einheiten bietet gegenüber der gängigen baugruppenorientierten Herangehensweise zwei Vorteile: Zum einen ist eine aufgabengerechte Unterteilung in Baugruppen genaugenommen erst in späteren Stadien des Entwurfsprozesses möglich, wenn die Strukturen des Produktes entsprechend bekannt sind (Grabowski, Schmidt 1992, S. 223). Funktionseinheiten sind dagegen schon in den ersten Entwurfsphasen auf einer relativ abstrakten Ebene beschreibbar, da sie aus den vorgegebenen Funktionsanforderungen des zu entwerfenden Produkts abzuleiten sind. Dadurch wird es erleichtert, schon in frühen Stadien mit Informationen über die *prinzipielle* Lösung eines Problems umzugehen (wenn z.B. bekannt ist, daß für ein konkretes Problem ein ganz bestimmter *Typ* von Kugellager gebraucht wird, ohne daß man schon eine Aussage über Details machen kann) – eine sinnvolle Unterstützung also für das oben angesprochene Problem des Umgangs mit „vorläufigen“ Informationen.

Zweitens kann die zu Beginn vorgenommene Aufteilung der Funktionseinheiten (und damit ihre Zuordnung zu Einzelaufgaben) im Laufe des Entwurfsprozesses dynamisch verändert werden. Dies ist sinnvoll, da in der Regel zu Beginn der Ausarbeitung einer Teilaufgabe nicht unbedingt alle Objekte bekannt sind, die von Ausarbeitungs- oder Änderungsschritten betroffen sein werden (Grabowski/Schmidt 1992, S. 229). So wird pragmatisch dem Umstand Rechnung getragen, daß der erreichbare Detaillierungsgrad der Projektplanung in enger Wechselbeziehung zum erreichten Detaillierungsgrad der Produktentwicklung steht. Beide Vorteile werden in besonderem Maße der Teamarbeit und der parallelen Bearbeitung eines Produktentwicklungsauftrags gerecht, weil sie sinnvolle Unterstützung bieten, ohne bestimmte Vorgehensweisen oder Reihenfolgen in der Tätigkeit der Konstrukteure festzuschreiben.

Die Einhaltung der Schnittstellen zwischen den Konstruktionsräumen wird vom System überwacht (über ein Konzept von „Konstruktionstransaktionen“, vgl. ebd., S. 226): Änderungen, die Teile außerhalb des eigenen Arbeitsraumes berühren, können vom Konstrukteur zwar versuchsweise vorgenommen werden, sie werden beim „check-in“ jedoch nicht akzeptiert. Der Konstrukteur ist gehalten, seinen Änderungsbedarf mit dem betroffenen Kollegen und / oder dem Projektleiter zu besprechen, denn erst nach der Freigabe *beider* Räume können die gemeinsam beschlossenen Änderungen vorgenommen werden. Nicht exakt geklärte bzw. veränderte Zielsetzungen werden auf diese Weise zu einem früheren Zeitpunkt klärbar. Dabei löst das CAD-System keine Konfliktsituationen, sondern es zwingt die Konstrukteure, in enger Absprache mit den Kollegen über das weitere Vorgehen selbst zu entscheiden (Schmidt 1993, S. 150). Damit

wird *concurrent design* sinnvoll konstruktionstechnisch unterstützt, ohne daß kooperative Anteile der Konstruktorsarbeit vom System übernommen und ersetzt werden; gleichzeitig bleibt den Konstrukteuren die Wahl der Kommunikationsmittel und -kanäle völlig freigestellt.

Es soll jedoch nicht verschwiegen werden, daß viele der im Rahmen unserer empirischen Studie Befragten bezweifelten, daß unter ihren betrieblichen Bedingungen der Anschaffungs-, Schulungs- und Benutzungsaufwand für solch ein komplexes System vertretbar wäre. Sicherlich ist in der sich hier äußernden Zurückhaltung auch eine berechtigte Reaktion auf die eingangs gemachte Einschränkung zu sehen – das Produktspektrum rechtfertigt in vielen unserer Untersuchungsfälle einfach nicht den zusätzlichen Aufwand. Daneben tritt jedoch eine auf den ersten Blick widersprüchlich anmutende Einstellung, die unter den Konstruktionsmitarbeitern und -leitern offenbar verbreitet ist: Einige sind sehr skeptisch gegenüber Neuerungen aus der Informationstechnik und lassen sich auf die Diskussion neuer CAD-Konzepte nicht ein, andere lassen sich durchaus auf Spekulationen um den Einsatz von wissensbasierten Informationssystemen oder KI-gestützten entscheidungsunterstützenden Konstruktionssystemen ein – auch wenn die ihnen real verfügbare Technik kaum in Bezug zu solchen Systemen zu bringen ist. Einer Idee, die konkrete Unterstützung für Teamarbeit im Kontext gegenwärtiger CAD-Technologie anbietet, begegnen sie dagegen mit größter Skepsis: „Das ist doch viel zu sophisticated“²³. Unter den Konstrukteuren selbst findet sich zwar auch vorsichtige Zustimmung zu der Idee; die meisten aber sehen den Bedarf an informationstechnischer Unterstützung ihrer Arbeit, auch unter Kooperationsgesichtspunkten, eher an viel konkreteren Einzelpunkten: Eine leicht handhabbare, sicher funktionierende Zeichnungs- oder Projektverwaltung erscheint beispielsweise dringlicher als eine „schöne“ Kooperationsidee. Tatsache scheint jedenfalls zu sein, daß in keiner der untersuchten Konstruktionsabteilungen in einer Art und Weise kooperativ entwickelt und konstruiert wird, die Mitarbeitern und Leitung den Einsatz des beschriebenen Systems ohne weiteres plausibel macht. Der industrielle Partner in jenem ESPRIT-Projekt war dagegen ein Betrieb, der schon „concurrent design am Zeichenbrett“ gemacht hatte und auf dessen Bedarf das System genau paßte.

Die Konfrontation potentieller Nutzer mit einem vielversprechenden kooperationsförderlichen System und die deutlich zurückhaltenden Reaktionen darauf machen vor allem eine These deutlich: Informationstechnische Unterstützung der teamartigen Kooperation kann offenbar nur dann ihre volle Wirkung entfalten, wenn sie selbst auf der organisatorischen Ebene bereits eingeführt und im Bewußtsein der Mitarbeiter und der Leitungsebene verankert ist. Selbst dann aber bestehen noch heftige Unterschiede hinsichtlich des konkret formulierten Unterstützungsbedarfs der einzelnen Konstruktionsabteilungen und -mitarbeiter. Die Frage, inwieweit über den aktuellen Tagesbedarf hinausreichende softwaretechnische Lösungen von potentiellen Benutzern akzep-

²³ Wir haben – ganz vorsichtig gesagt – den Eindruck, beide Haltungen könnten zwei Seiten derselben Medaille sein.

tiert werden könnten, muß hier der Spekulation überlassen bleiben. Möglicherweise konnten wir in den intensiven Gesprächen im Rahmen unserer Untersuchung aber dazu beitragen, durch die Konfrontation mit einer bisher unbekannten Möglichkeit Reflektionen über die Gestaltung der eigenen Arbeit und über neuartige informationstechnische Unterstützung dafür in Gang zu setzen. Solcher Beitrag ist aber nur denkbar, weil wir damit auf ein reales, den Beteiligten vertrautes Problem trafen.

5.3 Kommunikationsgerechte mediale Infrastruktur

Aus der Abgrenzung des Begriffs „Kommunikation“ gegenüber „Information“ und „Informationsfluß“ in Abschnitt 5.1 läßt sich folgende als Leitfaden für die weiteren Ausführungen dienende These ableiten: Wenn Kommunikation am effizientesten im mündlichen Gespräch ist, dann sind Hilfsmittel nur dann einzusetzen, wenn ohne sie die Effizienz leiden würde – darüber hinaus würden sie kontraproduktiv wirken!

Diese These läßt sich an scheinbar trivialen Beispielen leicht nachvollziehen: Konstruktionszeichnungen etwa sind dokumentarische Hilfsmittel, um die überaus komplexen Informationen, die mit einem einzigen Produkt zusammenhängen, überhaupt noch handhaben zu können. Telefon und Post sind altbewährte Übertragungshilfsmittel, um einen großen Teil des Kommunikationsbedarfs auch ortsunabhängig befriedigen zu können. Diesen und vielen anderen konventionellen, dokumentarischen wie medialen Hilfsmitteln ist eines gemeinsam: Sie zwingen den Kommunizierenden keine unangemessen formalisierten und von technischen Belangen dominierten Kommunikationsbeziehungen auf. Der Umgang mit ihnen ist in einem langen Prozeß mit den sich verändernden Arbeitsanforderungen „mitgewachsen“, ihre Handhabung bringt keinen unangemessenen kognitiven Aufwand oder Bedienungsprobleme mit sich.

Für rechnergestützte Kommunikationshilfsmittel bedeutet dies, daß:

- sie so konzipiert sein müssen, daß vorhandene Kommunikationsstrukturen akzeptiert werden – bei welchem Formalisierungsgrad auch immer,
- sie genau dort ansetzen müssen, wo die herkömmliche Kommunikation nicht mehr ausreicht,
- sie „mitwachsen“ können müssen – sowohl mit sich entwickelnden Umgangsweisen als auch mit veränderten Anforderungen,
- sie nichtformalisierte wie formalisierte Kommunikationsstrukturen zulassen müssen, sowie den Übergang vom einen zum anderen dort ermöglichen, wo er gewünscht wird, aber nicht erzwingen, wo er nicht gewollt ist.

Mit einem Szenario werden wir zeigen, wie in naher Zukunft computergestützte Kommunikationssysteme auch in schwachstrukturierten Aufgabenzusammenhängen die Kommunikation verbessern könnten. Das Szenario knüpft am geschilderten Problem der Zeichnungsdiskussion an: Stellen wir uns vor, die von vielen gewünschten wandtafelgroßen Bildschirme wären verfügbar, mit denen die Vorteile von Zeichenbrett und CAD-Bildschirm vereint werden könnten. Nun

ist eine derartige Arbeitsplatzausstattung für jeden Konstrukteur, auch aus Kostengründen, noch in weiter Ferne, die Technik aber existiert im Prinzip. Ein Prototyp eines "interaktiven Zeichenbretts" wurde bereits 1988 von der dänischen Forschergruppe des *Human Centered CIM*-Projektes erprobt (Læssøe u.a. 1989). Eine ähnliche Idee wurde in den letzten Jahren im Xerox PARC verfolgt und zur Reife gebracht (Weiser 1991, Weiser 1993): Auf einer metergroßen Tafel lassen sich Zeichnungen, Skizzen oder Filme nicht nur zeigen, sondern auch interaktiv bearbeiten, sowohl über Tastatur als auch über "Griffel". Wenn wenigstens *ein* solches Gerät im Betrieb, etwa in einem Besprechungsraum der Konstruktionsabteilung, aufgestellt und mit entsprechender Software ausgestattet wird, dann sind die Bedingungen für die Zeichnungsdiskussion nicht nur wiederhergestellt, sondern verbessert:

- Projektmitarbeiter könnten *gemeinsam* skizzieren, veranschaulichen, Lösungsvarianten durchspielen, die Aufgabenzergliederung besprechen – kurz: sie können wieder "mit dem Stift in der Hand denken" und "den berühmten Schritt zurücktreten", um ihre Arbeit zu beurteilen;
- Konstruktions- und Projektleiter könnten mit geeigneter Software Planung und Koordination eines Projektes interaktiv durchführen und mit ihren Mitarbeitern besprechen, später am eigenen Arbeitsplatz modifizieren und aktualisieren;
- „handgemachte“ Skizzen und Anmerkungen ließen sich mit der Zeichnung abspeichern und können anschließend ohne Informationsverlust eingearbeitet werden – ein wesentlicher Schritt zur Konsistenzerhaltung;
- das persönliche Gespräch ließe sich wie vorm Zeichenbrett führen, alle Erleichterungen des CAD-Systems stünden aber gleichzeitig zur Verfügung (in diesem Zusammenhang sind natürlich auch ergonomische Probleme wie Strahlenbelastung zu beachten).

Gehen wir noch einen Schritt weiter: Stellen wir uns vor, jede Abteilung im Betrieb wäre mit der elektronischen Wandtafel ausgestattet, die im übrigen auch für Videokonferenzen geeignet ist (vgl. hierzu auch Lutz-Kunisch, 1990). Nach einer gewissen Einübungszeit brauchen dann beispielsweise Mitarbeiter aus der Montage und aus der Konstruktion ihre gemeinsamen Probleme nicht mehr vor *einer* Tafel zu besprechen, sondern können das räumlich getrennt tun, jeweils vor „ihrer“ Tafel. Wegen des hohen Gebrauchswerts der Tafel werden die Mitarbeiter auch motiviert sein, die „Gesten“ der Benutzung zu erlernen, die sie zur Kommunikation via Tafel benötigen. Finden sich diese Gesten dann in ähnlicher Form am Arbeitsplatzrechner wieder, so wird der computergestützten Kommunikation, zumindest zur Klärung kleinerer Probleme, nichts mehr im Wege stehen. Auf diesem Wege wird auch eine produktive Nutzung kooperationsunterstützender CAD-Software, wie sie im ersten Beispiel erwähnt wurde, im „normalen“ KuM-Betrieb vorstellbar.

Schließlich sei noch auf den „elektronischen Notizblock“ hingewiesen, quasi eine Mischung aus Papierblock und Laptop (Weiser 1991), der sich innerhalb einer technisch-medialen Infrastruktur, wie sie oben skizziert wurde, als nützliche Ergänzung erweisen könnte. Diese zuletzt ge-

nannten Ausstattungsvarianten gehen über den derzeitigen Bedarf unserer Klein- und Mittelbetriebe sicherlich weit hinaus. Wir behaupten dennoch, daß mit den im Prinzip bereits verfügbaren technischen Hilfsmitteln einige der gravierenden Kommunikationsprobleme in den Konstruktionsabteilungen der KuM-Betriebe leichter gelöst werden können als bisher. Die Nutzung des Mediums „Elektronisches Zeichenbrett“ beinhaltet zudem Entwicklungsmöglichkeiten, die nicht einen nächsten Schritt erzwingen, sondern die entsprechend den betrieblichen Rahmenbedingungen, der Organisations- und Aufgabenentwicklung und den Benutzerbedürfnissen wahrgenommen werden können.

5.4 Anforderungen an eine kommunikationsgerechte Gestaltung eines Ingenieursinformationssystems

Unsere empirische Untersuchung über den CAD-Einsatz in Konstruktionsabteilungen ergab eine Vielzahl unterschiedlicher Organisationsstrukturen, Abläufe, Arbeitsweisen und Einschätzungen der Beteiligten über informationstechnischen Bedarf und Möglichkeiten (vgl. Kap. 3). Ebenso vielfältig sind die bisher genutzten Formen des Bedarfs, der Beschaffung, der Darstellung und des Austauschs von Informationen. In der Gestaltung eines Informationssystems zur Unterstützung kooperativer Konstruktions- und Entwicklungsarbeit muß sich diese Vielfalt niederschlagen.

Um die ganze Bandbreite des Bedarfs zu illustrieren, stellen wir zunächst eine Liste aller vorgefundenen Informationsgrundlagen (Dokumente) vor, wie sie uns in den Konstruktionsabteilungen begegneten:

- Konstruktionszeichnung in Papierform (Plot oder Handzeichnung) im 1:1-Maßstab,
- Konstruktionszeichnung im CAD-System,
- Zeichnungsunterlagen im Archiv (Papier oder elektronisch),
- CAD-Modell,
- Pflichtenheft,
- Projektanforderungsmappe,
- „Rote Mappe“ (als Projektbegleitdokument),
- schriftliche Festlegungen der Schnittstellen durch den Projektverantwortlichen,
- CAD-Bibliotheken,
- schriftliche Verbreitung von Standardisierungen und Normierungen,
- PPS-Informationen (Stücklisten, Kosten etc.),
- „sprechender“ Nummernschlüssel zur Identifizierung von Teilen / Projekten,
- Firmenlogo (im Zeichnungskopf als Freigabesymbol),
- schriftliche Projekt- und Produktdokumentationen, besonders im Zusammenhang mit Zertifizierung nach ISO 9000.

Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, außerdem umfaßt sie im wesentlichen lediglich (Teil-) Dokumente, die in der Konstruktionsabteilung selbst in Gebrauch sind. Dazu kommen weitere Informationsquellen, sobald Qualitätssicherungsmaßnahmen, neue Umwelt- und Haftungsvorschriften, Recycling-, Demontage- und Wartbarkeitsanforderungen mitberücksichtigt werden müssen.

Unsere These, daß die „Irgendwie“-Kommunikation an ihre Grenzen stoßen wird, läßt sich angesichts dieser Fülle von Informationen ebenso auf das Informationsmanagement anwenden. Die befragten Konstruktions- und Projektleiter gaben deutlich zu erkennen, daß ihnen die Aufgabe, alle Informationen projekt- und aufgabengerecht zu verwalten, „über den Kopf wächst“. Die Notwendigkeit informationstechnischer Unterstützung für das Informationsmanagement ist also unbestritten. Ebenso klar ist jedoch, daß ein Informationssystem nicht alle Betriebe „über einen Kamm scheren“ darf: Wer bisher fast ausschließlich mit Konstruktionszeichnungen als verbindlicher Informationsgrundlage gearbeitet hat, dem ist mit einem umfassenden EDM-System ebenso wenig gedient, wie ein einfaches Zeichnungsverwaltungssystem dem Bedarf eines Betriebes gerecht werden kann, der seine gesamten Abläufe neu zu strukturieren versucht. Mit den modernen EDM-Systemen versucht die Software-Branche auf diese Bandbreite unterschiedlicher Anforderungen zu reagieren. Die Modularisierung der Systeme erlaubt es, von der Zeichnungsverwaltung bis hin zur vollen EDM-Funktionalität einschließlich Workflow-Management die ganze Bandbreite abzudecken (vgl. z.B. Krause u.a. 1996).

Einige Grundprobleme bleiben jedoch, die in vieler Hinsicht den bereits diskutierten Problemen der CAD-Anpassung verwandt sind, erweitert allerdings um die Notwendigkeit einer klar strukturierten Netznutzung. Vor allem die Restrukturierung des gesamten betrieblichen Informationsfundus’ kann leicht zur Überforderung der Verantwortlichen und der Fachkräfte in den KuM-Betrieben führen, zumal sie häufig die Übertragung schriftlicher Dokumente in elektronische Form beinhaltet – ein ähnliches Problem wie die Erstellung, Nutzung und Wartung von Teilebibliotheken (vgl. Abschnitt 3.1)! Die Entscheidung über den *Modus* der Informationsverbreitung – Bringepflicht oder Holepflicht (vgl. 4.1) – verlangt eine genaue Klärung der Informationswege und des Informationsflusses. Spätestens dieser Zusammenhang erzwingt sowohl von seiten des Managements als auch von seiten der Systemgestaltung explizite Entscheidungen über Art und Umfang der Netznutzung.

Derart komplexe Problemstellungen erfordern eine sehr sorgfältige Herangehensweise, die über das hinausgeht, was nach unseren Erkenntnissen bisher in KuM-Betrieben und ihren Software-Lieferanten unter Informationsmanagement verstanden wird. Auf den Einzelbetrieb bezogen kann eine umfangreiche Analyse der Kommunikations- und Informationswege, etwa nach der

KABA-Methode²⁴, die Entscheidungsgrundlage für Auswahl, Anpassung und Einsatz eines angemessenen Informationssystems bilden.

Auf der abstrakteren wissenschaftlichen Ebene ist eine grundlegendere Auseinandersetzung mit dem Informationsproblem in der Produktentwicklung dringend geboten. Die von informationstechnischen Sichtweisen dominierte Debatte um die Weiterentwicklung von (Ingenieurs-) Informationssystemen muß sich endlich auf den realen Informationsbedarf in Klein- und Mittelbetrieben einstellen.

Quintessenz

Aus der empirische Untersuchung der Formen und Voraussetzungen von teamartiger Kooperation in den Konstruktionsabteilungen von Klein- und Mittelbetrieben des Maschinen- und Anlagenbaus haben wir bestimmte Anforderungen an die Gestaltung informationstechnischer Systeme zur Unterstützung von Kooperation und Kommunikation abgeleitet. Wir haben gezeigt, daß diese Anforderungen in der Praxis bisher weitgehend nicht erfüllt sind (Kap. 3), und haben die Ursachen dieses Mangels analysiert (Kap. 4 u. 5.1).

Mit den drei obigen Beispielen haben wir gezeigt, daß sich die Anforderungen sehr wohl in einer Weise erfüllen lassen, die dem aufgabenorientierten Kommunikations- und Informationsbedarf der Konstruktionsmitarbeiter gerecht wird. Jedes Beispiel für sich ist als integrierbarer Teil eines Gesamtsystems zu betrachten. Damit sind die Voraussetzungen sowohl für eine produktivitätsorientierte Anpassung an betriebsspezifischen Bedarf als auch für eine Anpassung an individuelle und gruppenspezifische Wünsche und Erfordernisse gegeben. Individuelle Spielräume der Aufgabenbearbeitung bleiben erhalten (bzw. werden ermöglicht), weil keine detaillierten Ablaufvorschriften kontraproduktive Zwänge entfalten. (Annähernd) voraussetzungsfreie netzgestützte Kommunikation der Mitarbeiter untereinander ist möglich, weil weder die Wahl noch die Bandbreite der Kommunikationskanäle eingeschränkt wird. Zwischen der Angst vor der „Informationsflut“ und lähmenden Hindernissen im Informationsfluß liegt ein aufgaben- und kommunikationsgerecht gestaltetes Informationssystem.

Die Forderung, die wir aus den Expertengesprächen unserer Voruntersuchung abgeleitet haben, ist damit in ihrem softwaretechnischen Teil erfüllt: „Es bedarf einer Organisationsentwicklung, die teamorientierten Arbeitsweisen gerecht wird, und einer (Informations)Technikgestaltung, die in solchermaßen neugestaltete Strukturen organisch einzubetten ist, nicht aber gegenläufige Arbeitsabläufe erzwingt“ (Frech, Müller 1994, S. 19). Bei dieser Abstimmung von Organisation und Technik sollten die Benutzerinnen und Benutzer gezielt eingebunden und ihre Erfahrung und ihr Fachwissen systematisch einbezogen werden. Und auch diese Einbindung sollte in einem komplexen, zunächst nur wenig formalisierten Kommunikationsprozeß geschehen.

²⁴ KABA – Kontrastive Aufgabenanalyse im Büro (vgl. Dunckel u.a. 1993).

LITERATUR

- Andersen, E. N.; Rasmussen, L. B.; Tøttrup, P. (1989): Anwenderorientiertes Gestalten - Konzepte zur Entwicklung von Konstruktionsarbeit und CAD-Systemen. In: Rauner, R. (Hrsg.): CAD: Wandel der Konstruktionsarbeit und Berufsbildung. Bremerhaven, S. 25-44
- Bahrtdt, H. P. (1981): Teamarbeit in der Forschung. Wissenschaftssoziologische Reflektionen ad hoc. Düsseldorf, S. 154-172
- Beitz, W.; Feldhusen, J. (1988): Allgemeine Konstruktionstätigkeit und ihre Änderung durch CAD. In: Frieling, E.; Klein, U. H. (Hrsg.): Rechnerunterstützte Konstruktion. Bern, Stuttgart, Toronto, S. 21-31
- Bullinger, H. J.; Marcial, F. (1994): Computer Supported Cooperative Work im Engineering. Workflow- und Konferenzmanagement. In: Gausemeier 1994, S. 113-123
- Contact (1995): Engineering Daten Management mit CIM DATABASE. Produktinformation der CONTACT Software GmbH. Bremen: 1995
- Cords, D.; Müller, W. (1993): Keine Garantie für Teamarbeit. Vernetzte CAD-Systeme und Kooperation (Teil 1). In: Technische Rundschau, Jg. 85, Nr. 32, S. 16-18
- Cords, D.; Müller, W. (1994): CAD-Systemanpassung – nicht nur ein technisches Problem. In: VDI-Z, Jg.136, Nr. 10, S. 55-57
- Coy, W. (1989): Brauchen wir eine Theorie der Informatik?. In: Informatik-Spektrum 12 (1989), S. 251-266
- Denning, P. J.; Comer, D. E.; Gries, D. E.; Mulder, M. C.; Tucker, A. (1989); Turner, A. J.; Young, P. R.: Computing as a Discipline. In: Comm. of ht ACM 32 (1989), S. 9-23
- Deters, M.; Helten, F. (1990): Soziale Dimensionen des Konstruierens. Institut für Soziologie, TU Berlin
- Dunckel, H.; Volpert, W.; Zölch, M.; Kreutner, U.; Pleiss, C.; Hennes, K. (1993): Kontrastive Aufgabenanalyse im Büro. Der KABA-Leitfaden – Grundlagen und Manual. Zürich: Verlag der Fachvereine 1993
- Falck, M. (1992): Arbeit in der Organisation. Zur Rolle der Kommunikation als Arbeit in der Arbeit und als Gegenstand technischer Gestaltung. In: Coy, Wolfgang u.a.: Sichtweisen der Informatik. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1992, S. 157-170
- Frech, U. (1996): Simultaneous Engineering: Aufgabengerechte CAD-Unterstützung für kooperative Konstruktion. In: Brödner, P. u.a. (Hrsg.): Kooperative Konstruktion und Entwicklung – Nutzungsperspektiven von CAD-Systemen. München: Hampp 1996, S. 41-56
- Frech, U.; Müller, W. (1994): Teamarbeit ist kein Software-Problem. Vorläufige Ergebnisse einer explorativen Studie zur Gewinnung von Gestaltungsalternativen für vernetzte CAD-Systeme, artec-paper Nr. 32, Universität Bremen 1994
- Frech, U.; Müller, W. (1995): Computer Supported Concurrent Design: Wo bleibt die informelle Kommunikation?. In: Konstruktion Jg. 47, Nr. 12/1995 (i.E.)
- Gausemeier, J. (Hrsg.) (1994): CAD '94. Produktdatenmodellierung und Prozeßmodellierung als Grundlage neuer CAD-Systeme. Fachtagung der GI, München, Wien
- Gausemeier, J.; Frank, Th.; Genderka, M. (1994): Erfolgspotentiale integrierter Ingenieursysteme. In: Gausemeier 1994, S. 3- 28
- Grabowski, H. u.a. (1993): Integriertes Produktmodell. Berlin: Beuth 1993

- Grabowski, H.; Schmidt, M. (1992): Verteilte Konstruktion: Das Arbeiten in Konstruktionsräumen. In: Krause, F. L. u.a. (Hrsg.): CAD '92. Neue Konzepte zur Realisierung anwendungsorientierter CAD-Systeme. GI-Fachtagung, Berlin 1992. Berlin: Springer 1992, S. 219-232
- Grudin, J. (1994): Groupware and Social Dynamics: Eight Challenges for Developers. In: Commun. ACM 37, 1 (1994), S. 92- 05
- Gust, R.; Müller, W. (1996): Methoden der Qualitätssicherung in kleineren und mittleren Betrieben des Anlagen- und Maschinenbaus - Eine empirische Erhebung in ausgewählten Betrieben der Bremer Region, artec-paper Nr. 41, Bremen
- HP (1993): Engineering Data Management. Das Umfeld für die fortschrittliche Produktentwicklung. Produktinformation der Hewlett Packard GmbH, Böblingen 1993
- Huber, W.; Hemmi, P. (1991): Zeit sparen im Innovationsprozeß. In: Technische Rundschau, Jg. 83, Nr. 1, S. 34-37
- Herrmann, Th. (1991): Die Bedeutung menschlicher Kommunikation für die Kooperation und für die Gestaltung computergestützter Gruppenarbeit. In: Oberquelle, H. (Hrsg.): Kooperative Arbeit und Computerunterstützung. Stand und Perspektiven. Göttingen, Stuttgart: Verlag für angewandte Psychologie 1991, S. 63-78
- Hoppenstedt (1990): Mittelständische Unternehmen, Darmstadt
- Jenuwein, D. (1995): EDM-System unterstützt tiefgreifenden Wandel. In: EDM Report Nr.1/95 (Sonderheft des CAD/CAM Report), Heidelberg, S. 20-24
- Kalkowski, P.; Mickler, O.; Manske, F. (1995): Technologiestandort Deutschland - Produktinnovation im Maschinenbau: traditionelle Stärken - neue Herausforderungen. Berlin 1995
- Kleinschmidt, M.; Pekruhl, M. (1994): Kooperative Arbeitsstrukturen und Gruppenarbeit in Deutschland. Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen
- Koch, M.; Martin, H.; Siodla, Th.: Konstruieren als Gruppenarbeit – Anforderungen an eine zukünftige Softwaregestaltung. In: Coy, W.; Gorny, P.; Kopp, I.; Skarpelis, C.: Menschengerechte Software als Wettbewerbsfaktor. Forschungsansätze und Anwenderergebnisse aus dem Programm „Arbeit und Technik“. Stuttgart: Teubner 1993, S. 290-307
- Krause, F.-L.; Beitz, W. (1993): Produktentwicklung mit Simultaneous Engineering. Aufgaben gemeinsam lösen, Time-to-Market verkürzen. In: FACTS Wissenschaft und Technik, Mai 1993, Berlin, S. 4-11
- Krause, F.-L.; Hayka, H.; Jansen, H. (1994): Produktmodellierung als Basis für eine wettbewerbsfähige Produktentwicklung. In: Gausemeier, J. 1994, S. 29-54
- Krause, F. L.; Jansen, H.; Vollbach, A. (1996): Modularität von EDM-Systemen. In: ZWF Zeitschrift für betriebliche Fertigung; München: Hanser 1996, Jg. 91, Nr. 3/96, S. 109-111
- Krottmaier, J. (1995): Leitfaden Simultaneous Engineering. Berlin, Heidelberg, New York
- Kuhlmann, Th.; Lischke, Ch.; Oehlmann, R.; Thoben, K.-D. (1993): Concurrent Engineering in der Unikatfertigung. In: CIM Management 2/93, S. 10-16
- Læssøe, J.; Rassmussen, L. B.; Tøttrup, P. (1989): The Electronic Sketchpad. Prototype observation and organizational context, Kopenhagen
- Lutz-Kunisch, B. (Hrsg.) (1990): Telematics '90. Proc. of the Conference held in Bremen, 3 - 5 December 1990, Universität Bremen
- Maaß, S. (1991): Computergestützte Kommunikation und Kooperation, in: Oberquelle, H. (Hrsg.): Kooperative Arbeit und Computerunterstützung. Stand und Perspektiven. Göttingen, Stuttgart: Verlag für angewandte Psychologie 1991, S. 11-35
- Majchrzak, A.; Chang, T.-Ch.; Barfield, W.; Eberts, R.; Salvendy, G. (1987): Human Aspects of Computer Aided Design, Philadelphia

- Müller, W. (1993): Ingenieure und sozialverträgliche Technikgestaltung. Opladen
- Müller, W. (1995): CAD-Systemanpassung als Gegenstand betrieblicher Aushandlungsprozesse. Ergebnisse einer empirischen Studie in kleineren und mittleren Betrieben des Maschinenbaus. artec-paper Nr. 34. Bremen: Universität Bremen 1995
- Oberquelle, H. (Hrsg.) (1991): Kooperative Arbeit und Computerunterstützung. Stand und Perspektiven, Göttingen, Stuttgart 1991
- Oehlmann, R. (1996): Konzeption eines Informationssystems für die modellgestützte Entwicklung komplexer Produkte in einem Projektzusammenhang. Dissertation. Bremen: Universität, FB 4 1996
- Painter, M. K.; Mayer, R. J.; Cullinane, Th. P. (1991): The Many Faces of Concurrent Engineering. In: Autofact '91, S. 17.1-17.25
- Popitz, H.; Bahrtdt, H. P.; Jüres, E. A.; Kesting, H. (1957): Technik und Industriearbeit. Soziologische Untersuchungen in der Hüttenindustrie, Tübingen
- Schallock, B. (1993): Anforderungen an die technische Unterstützung von Gruppenarbeit. In: Binkelmann, P.; Braczyk, H.-J.; Seltz, R. (Hrsg.): Entwicklung der Gruppenarbeit in Deutschland. Frankfurt/M., New York, S. 493-517
- Schmidt, R. F. (1993): Concurrent Design – Verkürzung von Entwicklungszeiten durch paralleles Konstruieren. In: Konstruktion, Jg. 45, Nr. 5, S. 145-151
- Schündehütte, M.; Musigk, H.; Kühnel, A. (1993): Freie Fahrt fürs Zeichnungsmanagement. In CAD-CAM Report 11/93, S. 48-53
- Technologieberatungsstelle beim DGB Landesbezirk NRW (1985): Computereinsatz in der Konstruktion (CAD), Düsseldorf
- Weiser, M. (1991): Computer im nächsten Jahrhundert. In: Spektrum der Wissenschaft, Nr. 11, 1991, S. 92-101
- Weiser, M. (1993): Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing. In: Communications of the ACM. New York: July 1993/Vol. 36, No. 7, S. 75-84
- Winner, R.; Pennell, J. P.; Bertrand, H. E.; Slusarczuk, M. (1988): The Role of Concurrent Engineering in Weapons System Acquisition. IDA Report R-338, Dec. 1988
- Wolf, H.; Mickler, O.; Manske, F. (1992): Eingriffe in Kopfarbeit. Die Computerisierung technischer Büros im Maschinenbau, Berlin